This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Eng
1048
77. 15

GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.

E

856

23

1412

LAMONT LIBRARY

RAPPORT

À M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

SUR

LA MISSION DES CHOTTS.

ÉTUDES

RELATIVES

AU PROJET DE MER INTÉRIEURE.

RAPPORT

À M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

SUR

LA MISSION DES CHOTTS.

ÉTUDES

RELATIVES

AU PROJET DE MER INTÉRIEURE,

PAR LE CAPITAINE ROUDAIRE.

EXTRAIT DES ARCHIVES DES MISSIONS SCIENTIFIQUES ET LITTÉRAIRES.

TROISIÈME SÉRIE. — TOME QUATRIÈME.

PARIS.

IMPRIMERIE NATIONALE.

M DCCC LXXVII.

~~Tc 119. A3 R82~~
~~W5049~~
~~1877~~

Eng 1048.77.15

HARVARD
UNIVERSITY
LIBRARY
JUL 27 1971

~~GMES~~

RAPPORT

À M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

SUR

LA MISSION DES CHOTTS.

ÉTUDES

RELATIVES

AU PROJET DE MER INTÉRIEURE,

PAR LE CAPITAINE ROUDAIRE.

Monsieur le Ministre,

Au mois de décembre 1875, vous avez bien voulu me confier une mission qui me permettait de continuer des travaux commencés depuis plusieurs années. Chargé en 1872 et 1873 par M. le Ministre de la guerre d'opérations géodésiques en Algérie, j'avais pensé qu'il serait possible d'introduire les eaux de la Méditerranée dans la vaste dépression connue sous le nom de *région des chotts*, c'est-à-dire de faire pénétrer la fertilité, le commerce, la vie, jusqu'au cœur du Sahara algérien, en transformant en mer intérieure des lagunes actuellement dangereuses et insalubres. Un nivellement géométrique exécuté en 1874 et 1875 dans les chotts algériens, sous les auspices de M. le Ministre de la guerre et de M. le Gouverneur général de l'Algérie, justifia ces prévisions. Il fallait poursuivre les études sur le territoire tunisien et reconnaître, par des opérations nouvelles qui se relieraient aux opérations antérieures, si le projet que j'avais conçu était pratiquement

realisable. Ces nouvelles opérations devant avoir lieu sur un territoire étranger, M. le Ministre des affaires étrangères a pensé qu'il était nécessaire de leur donner un caractère purement scientifique. La Commission des missions, instituée auprès de votre ministère, ayant émis un avis favorable, vous m'avez chargé, avec l'assentiment de M. le Ministre de la guerre, de poursuivre en Tunisie les études que je venais de terminer en Algérie. Pendant la durée de cette mission, je vous ai tenu au courant de la marche des opérations; je viens aujourd'hui vous rendre compte des résultats obtenus.

Pour faire comprendre la portée de ces résultats, il est indispensable de résumer préalablement les travaux antérieurs. D'un autre côté, un grand nombre de documents nouveaux ayant été réunis sur la région des chotts, dont l'étude topographique complète vient d'être faite au moyen de méthodes scientifiques rigoureuses, il y a lieu d'examiner successivement les questions suivantes : — Le bassin des chotts est-il bien l'ancienne baie de Triton desséchée? — Quelles sont les difficultés à surmonter pour y introduire les eaux de la Méditerranée? — Quels moyens pratiques la disposition particulière des bassins et la nature géologique du sol permettent-elles d'employer pour vaincre ces difficultés le plus économiquement possible? — Quelle sera l'influence de la mer intérieure, aux points de vue climatérique, agricole et commercial, sur l'Algérie, la Tunisie et le Sahara lui-même? — Quelle est enfin la valeur des différentes objections élevées contre le projet?

Tels sont, Monsieur le Ministre, les différents points traités dans ce rapport que j'ai divisé, pour plus de clarté, en six parties, portant les titres suivants :

1° Résumé des opérations antérieures;

2° Opérations exécutées en Tunisie;

3° Identité du bassin des chotts avec la baie de Triton;

4° Aperçu des terrassements à exécuter;

5° Conséquences de la submersion du bassin des chotts;

6° Examen des objections élevées contre le projet.

PREMIÈRE PARTIE.

RÉSUMÉ DES OPÉRATIONS ANTÉRIEURES.

A 50 kilomètres au sud de la ville de Biskra, située dans la province de Constantine, au pied de l'Aurès et aux abords du Sahara algérien, se trouve une vaste dépression qui se prolonge de l'ouest à l'est sur une étendue de 375 kilomètres, jusqu'au golfe de Gabès, dont elle n'est séparée que par de légères ondulations du sol. Le fond de cette dépression est occupé par des surfaces planes ou légèrement inclinées, nivelées par l'action des eaux et couvertes de sel cristallisé qui leur donne l'aspect d'immenses plaines couvertes de gelée blanche et même de neige, tant la couche en est épaisse en quelques endroits. D'après les analyses de M. Le Chatelier, ingénieur des mines, ce sel est presque toujours du chlorure de sodium pur; quelquefois cependant il est mélangé de sulfate de soude. Dans certaines parties du chott El-Djerid, il atteint une épaisseur de 60 et même de 80 centimètres. Il est absolument blanc et tellement pur que les indigènes l'emploient comme sel de cuisine.

Toutes ces surfaces planes recouvertes de sel sont désignées par les Arabes sous le nom de *chotts*, en Algérie, et de *sebkhas*, en Tunisie. Ces deux mots sont absolument synonymes. L'expression *chott*, que j'emploierai le plus souvent, signifie exactement rivage. Les trois chotts les plus importants sont : le chott Melrir, le chott Rharsa et le chott El-Djerid. Le premier est en Algérie, le second partie en Algérie et partie en Tunisie, et le troisième, le plus rapproché du golfe de Gabès, est en Tunisie.

Depuis longtemps ces bas-fonds avaient attiré l'attention des savants. En 1845, M. Virlet d'Aoust[1], partant d'altitudes déterminées par M. le commandant de Boblaye, calculant celle du chott Melrir d'après la pente de l'oued[2] Djeddi, et s'appuyant sur des traditions anciennes, avait conclu que ce chott était au-dessous du niveau de la Méditerranée, et que la mer avait autrefois baigné une partie, sinon la totalité de la base méridionale de la grande chaîne de l'Aurès. Plus tard, des observations barométriques faites par MM. Vuillemot, Marès, Dubocq, Ville, avaient également donné des altitudes négatives. Mais les résultats n'avaient

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 2e semestre 1874, p. 218.
[2] Oued signifie rivière.

pas le caractère de précision nécessaire; ils présentaient entre eux des écarts considérables. L'altitude de Biskra, qui servait de point de départ, était elle-même fort incertaine. Ainsi les uns lui attribuaient une élévation de 85 mètres au-dessus du niveau de la mer, les autres de 140 mètres, tandis qu'en réalité elle est de 124 mètres, comme l'ont établi depuis nos travaux géodésiques. Aussi M. Ville, ingénieur en chef des ponts et chaussées, qui avait étudié la question avec un soin particulier, écrivait-il, en 1868[1], qu'on ne pouvait conclure avec certitude, de toutes les données obtenues jusqu'alors, que le chott Melrir fût au-dessous du niveau de la mer.

Quelques savants cependant admettaient le fait sans discussion. En 1864, M. Charles Martins, après avoir décrit les chotts qu'il venait d'explorer et qu'il considérait comme les lais d'une mer saharienne, s'exprimait ainsi : « Le dernier de ces chotts s'arrête à 16 kilomètres seulement de la mer. Que cet isthme se rompe, et le bassin des chotts redevient une mer, une Baltique de la Méditerranée[2]. » Le projet de *mer intérieure* était implicitement contenu dans cette phrase. Quelques années plus tard, en 1869, un écrivain qui n'avait visité ni les chotts ni le seuil de Gabès, et qui ne s'appuyait par conséquent que sur ces assertions fort vagues, M. Lavigne, publiait dans la *Revue moderne* un article intitulé *Percement de l'isthme de Gabès*. Dans ce travail, plutôt littéraire que scientifique, l'auteur exposait en termes convaincus, et même enthousiastes, les heureuses conséquences du percement du seuil de Gabès. Malheureusement il admettait en principe que les chotts étaient au-dessous du niveau de la mer, sans donner aucune à preuve l'appui. Quels seraient la profondeur de la nappe d'eau, son étendue, les espaces stériles ou cultivés qu'elle recouvrirait? Il ne pouvait répondre même approximativement à aucune de ces questions. Aussi cet article, qui ne s'appuyait sur aucune donnée scientifique sérieuse, passa-t-il à peu près inaperçu; ce ne fut qu'en 1874 que j'en connus l'existence, grâce à M. Maunoir, secrétaire général de la Société de géographie, qui me le communiqua.

Le service géodésique de l'Algérie, auquel j'étais attaché, ne pouvait rester indifférent à cette question. Dès 1865 elle avait

[1] *Exploration dans les bassins du Hodna et du Sahara*, p. 709.
[2] *Revue des deux Mondes* du 15 juillet 1864.

préoccupé plusieurs officiers d'état-major, parmi lesquels je citerai notamment M. le capitaine Bugnot. Aussi regardions-nous comme un des travaux géodésiques les plus importants à exécuter la méridienne de Biskra, qui devait permettre de relier par un réseau de triangles le chott Melrir à la Méditerranée, et par conséquent de déterminer exactement le niveau de ce chott. Ce ne fut cependant qu'en 1872 que M. le colonel Saget, alors directeur du Dépôt de la guerre, voulut bien, sur ma demande, me confier ce travail, en m'adjoignant M. le capitaine de Villars.

De 1860 à 1863, M. le commandant Versigny avait établi un réseau de triangles géodésiques de premier ordre entre Alger et Bône. Cette triangulation s'appuie sur deux bases mesurées, l'une près de Blidah, par le commandant Versigny; l'autre près de Bône, par le commandant Perrier. Les longitudes, les latitudes et azimuts de départ avaient été obtenus par des observations astronomiques faites à Alger, d'abord par le commandant Versigny, ensuite par le commandant Perrier. Les altitudes étaient rapportées au niveau le plus bas de la Méditerranée, indiqué par le maréographe des ponts et chaussées à Alger, et venaient se vérifier à Bône.

C'est sur cette chaîne, dont les opérations avaient été exécutées avec toute la précision possible, que devait s'appuyer la méridienne de Biskra. Nous prîmes comme bases de départ les deux côtés *Zouaoui, Schouf-Melouk* et *Fortas, Zouaoui*, situés près de Constantine. Les signaux étaient dégradés, mais il me fut facile de les faire réparer, grâce aux *repères* scellés au centre de chacun d'eux et restés absolument intacts.

Les opérations commencèrent le 1er mai 1872 et furent terminées le 1er juin 1873. La forme que nous avions adoptée pour nos signaux était celle d'un tronc de cône en pierres maçonnées à la chaux hydraulique, surmonté d'une mire à volets : le tronc de cône était peint en blanc, la mire en noir. Je n'entrerai pas dans le détail des opérations géodésiques. Elles ont déjà fait l'objet d'un assez long mémoire[1] que j'ai soumis à l'examen de l'Aca-

[1] M. Yvon Villarceau, de l'Académie des sciences, dont l'autorité en géodésie est reconnue du monde savant tout entier, a examiné minutieusement ce mémoire. En 1875, il a bien voulu appeler, dans les termes les plus bienveillants, l'attention du Congrès international géodésique, réuni à Paris, sur la précision particulière avec laquelle les opérations de la méridienne de Biskra avaient été exécutées.

démie des sciences. Je rappellerai seulement que les angles horizontaux étaient mesurés au moyen d'un cercle azimutal muni de microscopes à micromètres, construit par MM. Brünner.

Voici le tableau des triangles de la chaîne :

NOMS DES SIGNAUX.	ANGLES RÉDUITS.	ERREUR probable calculée[1].	ERREUR RÉPARTIE.	ANGLES SPHÉRIQUES.	CÔTÉS.
Tehouelt.....	53g 6831",01	0",94	+0",29	53g 6831",30	30114m,01
Zouaoui.....	96 4260 00	0 79	+0 25	96 4260 25	40260 06
Schouf-Melouk....	49 8914 76	1 33	+0 41	49 8915 17	28464 37
	200g 0005",77	.....	+0",95	200g 0006",72	

Excès sphérique..... 6",72
Erreur..... −0",95

Rochbet el-Djemel.	69g 2880",23	1",96	−0",06	69g 2880 ,17	40260m,06
Tehouelt.....	75 5972 07	0 83	−0 03	75 5972 04	42148 66
Schouf-Melouk...	55 1157 98	1 34	−0 04	55 1157 94	34611 56
	200g 0010",28	.....	−0",13	200g 0010" 15	

Excès sphérique..... 10",15
Erreur..... − 0",13

Guetman.....	93g 3835",53	0",90	+0",16	93g 3835",69	34611m,56
Tehouelt.....	64 2173 87	1 30	+0 23	64 2174 10	29445 51
Rochbet el-Djemel.	42 3994 97	1 05	+0 19	42 3995 16	21500 82
	200g 0004",37	.....	+0",58	200g 0004",95	

Excès sphérique..... 4",95
Erreur..... − 0",58

[1] L'erreur probable a été calculée d'après la méthode des moindres carrés; le détail des calculs se trouve dans le Mémoire sur la méridienne de Biskra déposé à l'Académie.

NOMS DES SIGNAUX.	ANGLES RÉDUITS.	ERREUR probable calculée.	ERREUR RÉPARTIE.	ANGLES SPHÉRIQUES.	CÔTÉS.
Tougour.....	43g 3286",73	0",93	+0",08	43g 3286",81	29445m,51
Guetman.....	77 3197 30	0 94	+0 08	77 3197 38	43855 49
Rochbet el-Djemel.	79 3525 29	1 51	+0 13	79 4525 42	43354 19
	200g 0009",32	.....	+0",29	200g 0009",61	

Excès sphérique..... 9",61
Erreur..... −0",29

Bou Arif.....	92g 3583",00	0",87	+0",82	92g 3583",82	44354m,19
Guetman.....	60 5403 89	0 88	+0 83	60 5404 72	36384 90
Tougour.....	47 1019 13	0 93	+0 87	47 1020 00	30120 10
	200g 0006",02	.....	+2",52	200g 0008",02	

Excès sphérique..... 8",54
Erreur..... −2",52

Mahmmel.....	73g 9599",85	0",90	−0",28	73g 9599",90	36364m,57
Bou Arif.....	64 0859 48	0 72	−0 24	64 0859 24	33493 15
Tougour.....	61 9549 36	0 83	−0 26	61 9549 10	32765 15
	200g 0008",69	.....	−0",78	200g 0007",91	

Excès sphérique..... 7",91
Erreur..... +0",78

Bouss.....	55g 5069",16	1",56	+0",59	55g 5069",75	33493m,15
Mahmmel.....	84 0084 36	1 07	+0 41	84 0084 77	42377 30
Tougour.....	60 4854 22	0 83	+0 32	60 4854 54	35589 48
	200g 0007",74	.....	+1",32	200g 0009",06	

Excès sphérique..... 9",06
Erreur..... −1",32

NOMS DES SIGNAUX.	ANGLES RÉDUITS.	ERREUR probable calculée.	ERREUR RÉPARTIE.	ANGLES SPHÉRIQUES.	CÔTÉS.
Amar Khaddou....	57g 5625",34	1",16	— 0",47	57g 5624",87	35589m,48
Mahmmel.....	45 6153 54	0 99	— 9 39	45 6153 15	29741 02
Bouss.....	96 8230 78	1 26	— 0 50	96 8230 20	45227 80
	200g 0 009",66	.....	— 1",36	200g 0008",30	

Excès sphérique..... 8",30
Erreur..... + 1",36

Bourzel.....	53g 8060",01	1",00	— 0",06	53g 8059",95	29741m,02
Amar Khaddou....	74 1392 99	1 64	— 0 10	74 1392 89	36520 52
Bouss.....	72 0554 96	1 47	— 0 09	72 0554 87	35986 92
	200g 0007",96	.....	— 0",25	200g 0007",71	

Excès sphérique..... 7",71
Erreur..... + 0",25

Tahir Rassou.....	62g 4377",41	0",95	— 0",29	62g 4377",12	35986m,92
Amar Khaddou....	54 6415 48	2 55	— 0 77	54 6414 71	32773 80
Bourzel.....	82 9217 52	1 38	— 0 42	82 9217 10	41760 35
	200g 0010",41	.....	— 1",48	200g 0008",93	

Excès sphérique..... 8",93
Erreur..... + 1",48

Chegga.....	40g 3114",64	1",81	+ 8",71	48g 3115",35	41760m,35
Amar Khaddou....	23 3876 03	1 26	+ 0 49	23 3876 52	25347 00
Tahir Rassou.....	136 3014 69	1 63	+ 0 64	136 3015 13	59407 00
	200g 0005",16	.....	+ 1",84	200g 0007",00	

Excès sphérique..... 7",00
Erreur..... — 1",84

NOMS DES SIGNAUX.	ANGLES RÉDUITS.	ERREUR probable calculée.	ERREUR RÉPARTIE.	ANGLES SPHÉRIQUES.	CÔTÉS.
TRIANGLES DE VÉRIFICATION.					
Chegga.....	39g 6004",25	0",66	+ 0",48	39g 6004",73	35986m,92
Amar Khaddou.	78 0291 57	2 69	+ 1 95	78 0293 52	58117 07
Bourzel.....	82 3716 68	1 19	+ 0 87	82 3717 55	59407 21
	200g 0012",50	.....	+ 3",30	200g 0015",80	
Excès sphérique.....				15",80	
Erreur.....				— 3",30	
Tehouelt.....	94g 3968",12	0",95	— 0",19	94g 3967",93	37788m,77
Fortas.....	54 0224 29	1 11	— 0 23	54 0224 06	28464 67
Zouaoui.....	51 5814 34	1 02	— 0 21	51 5814 13	27483 45
	200g 0006",75	.....	— 0",63	200g 0006",12	
Excès sphérique.....				6",12	
Erreur.....				+ 0",63	
Guetman.....	50g 3457",61	0",81	+ 0",07	50g 3457",68	27483m,45
Fortas.....	37 5494 39	1 11	+ 0 09	37 5494 48	21501 42
Tehouelt.....	112 1052 31	1 05	+ 0 09	112 1052 40	37960 03
	200g 0004",31	.....	+ 0",25	200g 0004",56	
Excès sphérique.....				4",56	
Erreur.....				— 0",25	

Les erreurs de fermeture ou sommes algébriques des erreurs commises dans la mesure des trois angles de chaque triangle sont, comme on le voit, très-faibles : la moyenne est de 1",12, ou en secondes sexésimales 0",36. Cependant nous avons calculé les erreurs probables des différents angles observés par la méthode

des moindres carrés, et nous avons réparti l'erreur de fermeture sur chaque angle proportionnellement à son erreur probable.

Dans les grandes opérations géodésiques, la détermination des altitudes est généralement considérée comme secondaire. Les préoccupations des observateurs se portent surtout sur la mesure des angles horizontaux; mais, en raison de l'intérêt spécial qui s'attachait à la détermination de l'altitude du chott Melrir, nous apportâmes un soin tout particulier à la mesure des angles verticaux ou distances zénithales. M. de Villars les observait avec un théodolite réitérateur de MM. Brünner, tandis que j'opérais de mon côté avec un cercle répétiteur de Gambey. Voici le résultat de ces observations, calculées séparément :

NOMS DES SIGNAUX.	COTES CALCULÉES d'après mes observations.	COTES CALCULÉES d'après les observations de M. de Villars.	DIFFÉRENCES.
Tehouelt	1291^{m},076	1291^{m},290	+0^{m},214
Guetman	1137 197	1137 010	−0 187
Rochbet el-Djemel	1408 995	1409 050	+0 055
Tougour	2099 799	2099 560	−0 239
Bou Arif	1749 644	1749 380	−0 264
Mahmmel	2323 771	2324 240	+0 469
Bouss	1758 026	1757 890	−0 136
Amar Khaddou	1442 930	1443 010	+0 080
Bourzel	399 694	399 440	−0 254
Tahir Rassou	34 625	34 700	+0 075

Ces deux séries sont aussi concordantes qu'il est permis de l'espérer en géodésie. L'écart entre les résultats obtenus pour le signal de Tahir Rassou, qui est situé à l'extrémité sud de la chaîne, est absolument insignifiant.

Le signal de Chegga, situé encore plus au sud, sur les bords même du chott Melrir, ne figure pas dans ce tableau. Nous allons en donner la raison.

Par suite des lois de la pesanteur, les couches atmosphériques

sont d'autant plus denses qu'elles sont plus rapprochées du sol. En traversant ces couches de densités différentes, les rayons visuels subissent des réfractions successives et parcourent une courbe dont la *concavité* est tournée vers la terre. Il en résulte que les points éloignés nous paraissent situés sur la direction de la tangente au dernier élément de cette courbe, et nous semblent par conséquent sensiblement plus élevés qu'ils ne le sont en réalité. Il est démontré que ce surélèvement est proportionnel à l'éloignement des points. Il devient donc facile de le calculer et de corriger les hauteurs observées : c'est ce qui se fait habituellement en géodésie.

Les choses ne se passent pas toujours ainsi dans le Sahara. Les couches d'air inférieures, se trouvant en contact avec des terrains nus et sablonneux échauffés par un soleil brûlant, se dilatent tellement que l'ordre des densités s'y intervertit quelquefois. Alors les rayons lumineux qui traversent ces couches suivent une courbe dont la *convexité* est tournée vers la terre, et les points éloignés peuvent être abaissés au lieu d'être relevés. Il se produit ainsi des déviations anormales dont il est impossible de tenir compte. Ce sont ces réfractions irrégulières, combinées avec la réflexion, qui produisent le phénomène curieux du mirage, si fréquent dans le Sahara.

La région des terrains nus et sablonneux commençant à Tahir Rassou, je me serais exposé à commettre une erreur notable sur l'altitude du signal de Chegga en la déterminant par les observations géodésiques, qui sont toujours faites à de grandes distances. Au sud de Tahir Rassou, il fallait donc avoir recours au nivellement de proche en proche. Dans cette prévision je m'étais muni d'un niveau à lunette, *système Brünner*, et de mires graduées. En 1873 j'exécutai cette opération avec le concours de M. Noll, lieutenant d'infanterie, entre Tahir Rassou, Chegga et le chott Melrir, sur un parcours de 125 kilomètres.

L'horizon est très-borné dans les plaines qui s'étendent entre Tahir Rassou et le chott Melrir. Il avait été très-difficile d'y trouver l'emplacement du signal de Chegga, qui cependant n'est visible de celui de Tahir Rassou, situé à 20 kilomètres au nord, que pendant très-peu de temps, le matin et le soir. Quand on est à Chegga, au lever du soleil on aperçoit non-seulement le signal de Tahir Rassou, mais encore le bordje sur lequel il est construit; mais on le voit s'abaisser rapidement et disparaître 45 minutes

après sous l'horizon. Le phénomène inverse se reproduit le soir. 45 minutes avant le coucher du soleil, le signal de Tahir Rassou reparaît et s'élève rapidement au-dessus de l'horizon.

Afin de comparer entre elles les altitudes déterminées par la méthode géodésique et par le nivellement de proche en proche, nous prîmes le matin et le soir, à Chegga et à Tahir Rassou, plusieurs séries de distances zénithales réciproques. La différence de niveau, calculée au moyen de ces observations géodésiques, ne différait que de 30 centimètres du résultat fourni par le nivellement exécuté pas à pas. Cette dernière donnée, que nous pouvions considérer comme rigoureusement exacte, nous permit d'ailleurs d'étudier la marche du coefficient de réfraction, au moyen des distances zénithales observées. Les séries prises pendant quatre jours consécutifs ont toutes donné presque identiquement le résultat suivant :

	Coefficient de réfraction.
Au lever et au coucher du soleil	0,1200
45 minutes après le lever ou avant le coucher du soleil	0,0550

Ces chiffres montrent avec quelle rapidité les couches d'air en contact avec le sol s'échauffent ou se refroidissent dans le Sahara, dès que le soleil monte ou s'abaisse à l'horizon.

Le nivellement de proche en proche, ou nivellement géométrique, exécuté entre Tahir Rassou et le chott Melrir, et vérifié par une opération faite en sens inverse, nous prouva que le bord occidental de ce chott était à 27 mètres au-dessous du niveau de la Méditerranée. Partant de cette donnée certaine, j'étudiai attentivement les auteurs anciens qui nous ont laissé des renseignements sur l'histoire et la géographie de l'Afrique, j'examinai tous les documents topographiques que nous possédions sur le bassin des chotts, et j'acquis la conviction que ce bassin communiquait autrefois avec la Méditerranée et formait un golfe intérieur connu sous le nom de *grande baie de Triton;* que la baie de Triton s'est desséchée vers le commencement de l'ère chrétienne, à la suite de la formation d'un isthme qui la sépara de la mer; que dans l'état des choses il suffirait de creuser un canal de communication entre le bassin des chotts et le golfe de Gabès pour créer une mer intérieure.

Je publiai alors le résultat de mes recherches dans la *Revue des deux Mondes,* en faisant ressortir l'heureuse influence que la création de la nouvelle mer exercerait sur la prospérité de l'Algérie et

de la Tunisie. Combinant les renseignements historiques et les documents topographiques, je cherchai, afin de parler aux yeux, à construire le rivage probable de la mer future.

L'importance du projet de mer intérieure, l'influence que sa réalisation était appelée à exercer sur la prospérité de l'Algérie et de la Tunisie, ne pouvaient échapper à l'esprit élevé du créateur du canal de Suez. A deux reprises différentes, dans les séances du 22 juin et du 13 juillet 1874, M. de Lesseps voulut bien appeler sur cette question l'attention de l'Académie des sciences, qui désigna une commission chargée de l'étudier. Cette commission, qui pour faire son rapport attend les résultats définitifs des études, se composait de MM. Dumas, Élie de Beaumont, Balard, Daubrée, H. Sainte-Claire Deville et Pâris. Dans la séance du 15 février 1875, M. Yvon Villarceau a été nommé en remplacement de M. Élie de Beaumont [1].

M. Paul Bert porta la question devant l'Assemblée nationale. Il avait autrefois exploré la région des chotts, et cette circonstance donnait une valeur particulière à l'opinion favorable que le savant député s'était formée sur l'utilité et la possibilité d'exécution du projet. Par un amendement au budget, M. Bert demandait l'ouverture d'un crédit destiné aux études préliminaires, et grâce à son initiative, 10,000 francs furent votés à l'unanimité par l'Assemblée nationale dans la séance du 31 juillet 1874.

M. le Gouverneur général de l'Algérie et M. le Ministre de la guerre organisèrent alors une mission dont ils voulurent bien me confier le commandement. Elle se composait de MM. Parisot et Martin, capitaines d'état-major; Baudot, lieutenant d'état-major; Jaquemet, médecin-major; H. Duveyrier, délégué de la Société de géographie, et H. Le Chatelier, élève ingénieur des mines, délégué du ministère des travaux publics. Trente hommes du bataillon d'Afrique, sous les ordres de M. Comoy, vingt soldats du train et quelques spahis formaient le personnel auxiliaire.

Les instruments mis à la disposition de la mission étaient les suivants :

Deux niveaux à bulle d'air, de MM. Brünner, avec leurs mires parlantes divisées en doubles centimètres; un grand théodolite réitérateur destiné aux observations géodésiques et astronomiques;

[1] MM. Jurien de la Gravière et Favé viennent d'être désignés en remplacement de MM. Balard et H. Sainte-Claire Deville.

un petit théodolite, trois boussoles à éclimètre, plusieurs boussoles portatives; trois baromètres à mercure, qui malheureusement ont été cassés au bout d'un mois; cinq baromètres anéroïdes, deux sextants, un grand chronomètre de la marine battant la demi-seconde; un chronomètre de poche, un ozonomètre, un évaporomètre, un pluviomètre et une vingtaine de thermomètres et hygromètres.

Définitivement constituée à Biskra le 1er décembre 1874, la mission se mettait en route le lendemain pour Chegga.

Notre but était de déterminer par un nivellement de proche en proche la profondeur et le périmètre du bassin inondable. Le signal de Chegga, situé sur les bords du chott Melrir et dont l'altitude avait été déterminée l'année précédente, était naturellement désigné comme point de départ de nos opérations.

Je vais donner un résumé de ces opérations et de leurs résultats, sans entrer dans les détails techniques, que j'ai déjà consignés dans deux communications insérées dans les Bulletins de juillet et de décembre 1875 de la Société de géographie. Les altitudes obtenues pendant cette campagne étaient déduites de l'altitude géodésique du signal de Chegga. Or, en terminant ma communication du 14 juillet 1875, je faisais remarquer que les hauteurs calculées par la méthode géodésique étaient souvent un peu trop fortes, et qu'un nivellement partant de la mer, à Gabès, aurait pour résultat de vérifier et de rectifier au besoin les altitudes qu'on avait dû accepter comme point de départ du nivellement géométrique. Je ferai donc subir aux altitudes obtenues en 1874-1875 les rectifications résultant du nivellement de proche en proche appuyé directement sur la mer, exécuté en 1876 en Tunisie.

La mission se porta directement vers l'est, en côtoyant le chott Melrir et en traversant des terrains bas et marécageux que les Arabes désignent sous le nom de Farfaria ou Bakbakha. Le nivellement se faisait par portées de 120 à 150 mètres, mesurées à la stadia ou chaînées, lorsque le terrain le permettait. MM. Martin et Baudot en étaient chargés. Ils faisaient chacun deux lectures sur la même mire, et les inscrivaient sur des registres séparés. Les cotes étaient donc données par la moyenne de quatre lectures; le soir, les registres m'étaient remis et je comparais les résultats. Le cheminement était levé à la boussole par M. le capitaine Parisot.

Notre premier campement, situé dans le pays de Djeneïen, re-

marquable par de nombreuses sources, autour desquelles croissent des touffes de roseaux gigantesques, était à 26 mètres au-dessous du niveau de la mer. Le nivellement fut ensuite dirigé vers le nord sur Mehaïmel, et de là sur El-Feidh, situé à 6 mètres au-dessous du niveau de la mer. El-Feidh, qui signifie en arabe *les inondations*, n'est qu'un lieu de campement passager pour deux tribus arabes, les Ouled bou-Hadjija et les Beni Amor, qui y font paître leurs troupeaux pendant les mois de novembre et de décembre. Deux nivellements partiels, faits successivement vers le nord et vers le sud, nous permirent de fixer le point de passage de la courbe zéro et de déterminer en même temps la pente générale du terrain, qui est formé par les alluvions de l'Oued el-Arab: cette pente est de 1 mètre par kilomètre.

D'El-Feidh nous nous dirigeâmes sur le puits de Baadja, où le nivellement arrivait le 30 décembre au soir. On nous avait représenté les dunes de Baadja comme un palier qui devait borner à l'est le bassin inondable du chott Melrir; mais nous constatâmes que ce point est à 25 mètres au-dessous du niveau de la mer. Un nivellement partiel sur le chott Sellem nous démontra que son lit s'incline très-légèrement vers le sud-ouest. Après avoir marché 12 kilomètres dans cette direction, nous n'étions descendus que de 2 mètres environ.

De Baadja la mission se porta sur Bir Sméa, où elle campait le 6 janvier. Le nivellement traversa d'abord un chott très-sec, dont le lit se relève de façon à ne plus se trouver, à son bord oriental, qu'a 22 mètres au-dessous du niveau de la mer. Le terrain s'exhausse ensuite assez rapidement. A 11 kilomètres de Bir Sméa nous atteignîmes la courbe zéro. Le nivellement, que j'avais déjà fait fléchir vers le sud, fut alors dirigé sur Bir el-Achana, où nous arrivions le 16 janvier après avoir rencontré quatre fois la courbe zéro.

Les opérations furent continuées, d'abord vers le chott Mouïa Tofelat, dont le lit est à 13 mètres au-dessous du niveau de la mer, puis vers le puits de Zeninim, où nous campions le 18 janvier. M. le lieutenant Baudot, dont la santé était fortement ébranlée depuis quelques jours par suite des fatigues et des privations, tomba alors assez sérieusement malade pour que M. le docteur Jaquemet jugeât indispensable de le diriger sur l'hôpital de Biskra. Nos forces se trouvaient donc réduites; le nivellement fut continué par MM. Martin et Parisot.

Nous avions constaté que le lit du chott Mouïa Tofelat se relève vers l'est. Quoiqu'il y eût évidemment entre ce chott et le chott Rharsa une dépression très-marquée, il était nécessaire de reconnaître s'il n'existait pas au sud une dépression plus forte. Le nivellement fut poussé dans cette direction par Mouïat Tounsi, Guettatia, Bir Bou Nab, Mouïat Renadra et Bir el-Araf, où nous arrivions le 18 février.

Cette opération nous prouva que le terrain se relève constamment vers le sud à partir du chott El-Asloudj; mais, afin de ne rien laisser dans l'incertitude, je fis avec M. Baudot, qui, à peine remis de son indisposition, était venu nous rejoindre à Renadra, un profil en travers sur El-Oued, pendant que MM. Parisot et Martin continuaient le nivellement sur Bir el-Arab. Ce profil nous fit reconnaître que l'altitude des oasis du Souf varie entre 53 et 77 mètres.

Il était donc nécessaire de revenir vers le nord afin d'étudier avec soin la dépression du chott El-Asloudj; d'un autre côté, il fallait terminer le périple des chotts en dirigeant le nivellement sur l'Oued Rhir et Chegga. Je chargeai M. le capitaine Martin de cette tâche difficile, et tandis qu'il marchait vers l'ouest avec un détachement d'une quinzaine d'hommes, le gros de la mission remontait vers le nord et arrivait le 7 mars à Zeninim.

Partant, avec M. le lieutenant Baudot, des repères que nous y avions laissés, nous fîmes un nivellement sur le chott El-Asloudj et le chott Rharsa jusqu'à la frontière tunisienne. Je reviendrai tout à l'heure sur les résultats obtenus. Les opérations furent ensuite dirigées par Bir Rabou et Bir et-Tine sur l'oasis de Négrine, où nous campions le 23 mars. Le 25 le nivellement était poussé jusqu'aux ruines de Besseriani, dont l'altitude est de 176 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le 29 mars, la mission partait pour le signal de Chegga, afin d'y reprendre les opérations de nivellement en se portant au-devant du capitaine Martin. J'en profitai pour redescendre rapidement vers le chott Rharsa avec M. le capitaine Parisot, afin d'étudier encore certains détails de la dépression. Le 3 avril nous rejoignions la mission à Zéribet el-Oued. Les inondations avaient rendu les Farfaria impraticables, et nous dûmes, pour gagner Chegga, venir passer à 15 kilomètres au sud de Biskra.

Enfin le 10 avril nous recommencions le nivellement à Chegga,

et le 12 nos porte-mires rencontraient, près de Mguebra, les porte-mires de M. Martin.

Les opérations étaient terminées.

Du 7 décembre au 12 avril, une ligne dont le développement est de 650 kilomètres avait été nivelée par portées de 120 à 150 mètres. Ces résultats n'avaient été atteints qu'au prix d'efforts considérables. La modicité de notre budget ne nous permettait pas d'avoir un équipage d'eau; il fallait par conséquent installer le camp auprès des puits et ne le déplacer que le plus rarement possible, afin d'économiser les frais de transport. Le lieu du travail était souvent très-éloigné; les opérateurs avaient alors 15 à 20 kilomètres à faire pour s'y rendre le matin et autant le soir pour rentrer au camp, conditions d'autant plus pénibles que leur santé était sérieusement éprouvée par l'usage d'eaux saumâtres et débilitantes. Ces considérations avaient nécessairement influé sur la direction du nivellement. Ainsi nous nous serions souvent écartés beaucoup moins que nous ne l'avons fait de la courbe zéro s'il nous avait été possible de choisir nos campements. Mais l'obligation de ne pas faire passer le nivellement trop loin des puits nous était imposée, sans quoi la journée entière eût à peine suffi pour l'aller et le retour. Ce sont les difficultés de cette nature qui avaient conduit M. le capitaine Martin à sortir du programme que nous avions arrêté ensemble. Au lieu de suivre la route directe qui côtoie le littoral sud du chott, il avait dû se rejeter vers le sud pour se rapprocher des puits d'El-Foulea et de Bir Touil. Il allongeait ainsi son travail, mais avant tout il fallait trouver de l'eau potable. Ses hommes étaient épuisés; lui-même avait ressenti plusieurs atteintes de fièvre, et ce n'est que grâce à son intelligence et à son énergie qu'il put mener à bonne fin la tâche dont il était chargé. Du reste, tous les membres de la mission, sans exception, avaient supporté avec un courage et un dévouement remarquables les fatigues qui leur étaient imposées. C'est ainsi qu'après son retour à la mission M. le lieutenant Baudot, malgré de fréquents accès de fièvre, avait tenu à honneur de continuer le nivellement jusqu'au dernier jour.

La conduite du personnel auxiliaire avait été admirable. Soldats d'infanterie, hommes du train, avaient rivalisé de zèle, supportant des fatigues continuelles et des privations de toute nature sans jamais laisser échapper ni une plainte ni un murmure.

Au début des opérations, nous apercevions les signaux géodésiques de Chegga, Amar Khaddou et Bourzel. Grâce à cette circonstance et à la proximité de la chaîne de l'Aurès, où il était possible de trouver des points de repère bien distincts, je déterminai géodésiquement les points suivants de l'itinéraire : Djeneïen, Mehaïmel, Si Mohammed Moussa, El-Feidh et Baadja.

NOMS DES POINTS.	LATITUDE	LONGITUDE.	OBSERVATIONS.
Djeneïen	34° 27′ 58″	— 3° 47′ 14″	
Mehaïmel	34 32 2	— 3 55 7	
Si Mohammed Moussa	34 33 9	— 3 49 32	
El-Feidh	34 29 44	— 4 10 33	
Baadja	34 17 9	— 4 13 12	
Chechar	34 59 47	— 4 32 23	Point auxiliaire de l'Aurès.

Observations astronomiques. — A partir de Baadja il fallut recourir aux observations astronomiques. Elles étaient faites au moyen d'un grand chronomètre de la marine battant la demi-seconde et d'un théodolite réitérateur de MM. Brünner.

Longitudes. — La mission se déplaçant très-fréquemment, il était impossible de faire au même point un nombre suffisant d'observations pour obtenir une bonne détermination de la longitude; mais je rappellerai que notre itinéraire, levé avec soin à la boussole, partait du signal géodésique de Chegga, sur lequel il venait se refermer après un parcours de 450 kilomètres. Les coordonnées géographiques de Chegga étant exactement connues, j'ai adopté pour les divers points de l'itinéraire les longitudes déduites du levé topographique, qui dans ces conditions offrent beaucoup plus de chances de précision que les longitudes déterminées par un petit nombre d'observations astronomiques.

Latitudes. — Les latitudes étaient déterminées au moyen des distances zénithales des étoiles au moment de leur passage au méridien, ou de l'étoile polaire à un moment quelconque.

NOMS DES POINTS.	LATITUDES.	ASTRES OBSERVÉS et NOMBRE D'OBSERVATIONS.	REMARQUES.
El-Achana...	34° 7′ 50″,0	Soleil..... 1	
	34 7 57 86	Polaire..... 4	
Moyenne.	34° 7′ 57″,30		
Bir Zeninim..	34° 5′ 24″,48	Soleil..... 1	
	29 58	θ Gémeaux..... 1	
	19 59	Soleil..... 1	
	36 26	*Id*..... 1	
	25 79	Polaire..... 1	
	17 40	1235 B.A.C.... 1	
	28 50	β Taureau..... 1	
	23 55	δ Orion..... 1	
	33 39	α Orion..... 1	
	32 05	θ Gémeaux..... 1	
	20 82	Soleil..... 1	
	28 06	*Id*..... 1	
Moyenne.	34° 5′ 26″,60		
Mouïat Tounsi.	33° 55′ 35″,20	Polaire..... 2	
	23 80	*Id*..... 2	
	39 60	*Id*..... 2	
	32 00	*Id*..... 2	
	29 19	*Id*..... 2	
Moyenne.	33° 55′ 31″,96		
Guettatia....	33° 46′ 35″,08	θ Gémeaux..... 1	A Guettatia et Renadra le temps a été constamment couvert au nord et il a été impossible de viser la Polaire.
	45 20	μ Gémeaux..... 1	
	42 64	θ Cocher..... 1	
	31 91	ζ Orion..... 1	
Moyenne.	33° 46′ 38″,71		
Mouïat Renadra.....	33° 40′ 49″,34	β Gémeaux..... 1	
	50 85	θ Gémeaux..... 1	
	36 08	ξ Orion..... 1	
	14 15	Soleil..... 1	
Moyenne.	33° 40′ 37″,60		

NOMS DES POINTS.	LATITUDES.	ASTRES OBSERVÉS et NOMBRE D'OBSERVATIONS.	REMARQUES.
Bir el-Arab...	33° 43′ 22″,20	Polaire..... 2	
	14 96	*Id*..... 2	
	20 50	*Id*..... 2	
Moyenne.	33° 43′ 19″,22		
Behima.....	33° 28′ 30″,14	α Gémeaux..... 1	Polaire invisible.
	44 00	β Gémeaux..... 1	
Moyenne.	33° 28′ 37″,12		
El Oued.....	33° 21′ 54″, 6	δ Hydre..... 1	
	22 5 1	β Gémeaux..... 1	
	21 52 3	α Gémeaux..... 1	
Moyenne.	33° 21′ 57″, 3		
Bir el-Araf...	33° 40′ 29″,86	Polaire..... 2	
	41 85	*Id*..... 2	
	42 84	*Id*..... 2	
Moyenne.	33° 40′ 38″,18		
Bir Rabou...	34° 7′ 27″,31	Polaire..... 2	
	49 30	*Id*..... 2	
	30 38	*Id*..... 2	
	45 89	*Id*..... 2	
Moyenne.	34° 7′ 38″,22		
Bir et-Tine...	34° 9′ 23″,12	Polaire..... 2	
	6 03	*Id*..... 2	
	10 38	*Id*..... 2	
	16 07	*Id*..... 2	
Moyenne.	34° 9′ 13″,90		
Négrine.....	34° 28′ 14″,27	Polaire..... 2	
	15 71	*Id*..... 2	
	10 15	*Id*..... 2	
Moyenne.	34° 28′ 13″,37		

Conditions climatériques. — Le ciel est presque toujours pur dans le Sahara algérien. La pluie y est très-rare : pendant les quatre mois les plus froids de l'année et en même temps les plus pluvieux, nous n'avons eu à enregistrer en tout que 7 centimètres de pluie. L'humidité relative y est très-faible. La moyenne de nos observations psychrométriques a donné les résultats suivants :

	Tension de la vapeur.	Humidité relative.
Décembre	$4^{mm},99$	46
Janvier	$4^{mm},31$	47
Février	$5^{mm},02$	51
Mars	$5^{mm},75$	44

Déclinaison de l'aiguille aimantée. — Quelques observations à la boussole, faites sur la polaire, dont il était facile de calculer l'azimut, avec le temps et la latitude, ont donné les valeurs suivantes pour la déclinaison de l'aiguille aimantée :

NOMS DES POINTS.	LATITUDE.	LONGITUDE.	DÉCLINAISON.
Tahir Rassou	34° 39′	— 3° 33′	13° 35′
El-Feidh	34 29	— 4 10	13 50
Djeneïen	34 28	— 3 47	13 50
Chegga	34 26	— 3 40	13 35
Bir et-Tine	34 9	— 5 1	13 10
Mouïat Tounsi	33 56	— 4 50	11 50
Guettatia	33 46	— 5 0	11 50
Bir el-Arab	33 43	— 4 47	12 10
Renadra	33 41	— 4 55	12 00
Bir el-Araf	33 40	— 4 46	12 10

Vers le milieu du jour la température variait entre 15 et 25 degrés centigrades. En revanche, les nuits étaient très-fraîches, très-froides même du 20 décembre au 20 janvier. La plus basse température indiquée par le thermomètre à minima a été 8 degrés au-dessous de zéro. Mais dès que le soleil s'élevait au-dessus de l'horizon, le sol s'échauffait rapidement. Les rayons lumineux rasants subissaient alors des réfractions irrégulières, et les objets

situés à quelques kilomètres affectaient des formes bizarres et mouvementées. Le mirage était très-fréquent et se produisait quelquefois à de très-petites distances : ainsi à 150 ou 200 mètres les jambes des hommes semblaient plongées dans l'eau jusqu'aux genoux. A une station géodésique que nous avons faite au marabout de Si Mohammed Moussa, nous n'étions qu'à 8 kilomètres du camp, composé de dix tentes coniques de $3^m,50$ de hauteur. De 10 heures du matin à 4 heures du soir, il nous fut impossible de distinguer la forme d'une seule tente, quoique nous eussions pris la précaution de faire hisser un grand drapeau au-dessus de l'une d'elles. On ne pourrait donc faire de la géodésie régulière dans le Sahara qu'en recourant aux observations de nuit, mais on aurait à lutter contre d'autres difficultés à peu près insurmontables. Les seuls accidents du sol sont des dunes mobiles sur lesquelles il serait impossible de fixer des points de repère. Ce n'est que dans les parties les plus basses qu'on trouverait quelquefois des terrains assez solides pour y construire des signaux. La hauteur des dunes étant en moyenne de 30 à 40 mètres, les signaux devraient avoir au minimum une élévation de 50 à 60 mètres pour être visibles l'un de l'autre à une distance de 30 kilomètres. Il faudrait d'ailleurs transporter les matériaux de très-loin, à dos de chameau ou de mulet. L'installation des signaux deviendrait excessivement onéreuse.

Pendant la durée de la mission, M. le docteur Jaquemet avait recueilli une collection très-intéressante de reptiles, d'insectes et de plantes. Cette collection a été adressée au Muséum par l'intermédiaire de M. Paul Bert.

Le bassin inondable occupe en Algérie une superficie de 6,700 kilomètres carrés. Il est compris entre les degrés de latitude nord 34° 36′ et 33° 51′ et les degrés de longitude est 3° 40′ et 4° 51′.

Dans les parties centrales, la profondeur au-dessous du niveau de la mer varie entre 21 et 31 mètres. Le bord occidental est limité par des mouvements de terrain très-accentués, de sorte que les plus grands bateaux pourraient venir jeter l'ancre à 400 mètres du rivage par 10 ou 12 mètres de fond. Les pentes les plus douces se trouvent au nord; elles sont formées par les alluvions des torrents de l'Aurès. Mais leur inclinaison est encore de 1 mètre au moins par kilomètre. On aurait par conséquent 2 mètres au moins de tirant d'eau à 2 kilomètres du rivage. La plage y serait

donc encore moins basse qu'en certains points du golfe de Gabès où les pêcheurs peuvent s'avancer en marchant de 1 ou 2 kilomètres dans la mer.

Entre le chott Melrir et le chott Rharsa, dont le lit, ainsi que l'ont établi les dernières opérations, est bien au-dessous du niveau de la mer, se trouve le chott El-Asloudj, dont la profondeur varie entre 1 et 2 mètres. Ce dernier a une superficie de 80 kilomètres carrés, et forme un petit bassin isolé, séparé à l'ouest et à l'est des bassins du Melrir et du Rharsa par des dunes dirigées du nord au sud, qui peuvent être franchies par des cols dont les points culminants ont 5 à 6 mètres d'altitude.

Aucune des grandes et belles oasis du Souf ne serait submergée. Dans l'Oued Rhir les oasis peu importantes et peu prospères de Nsira et de Dendouga, ainsi que celle de Sidi Mohammed Moussa, qui compte à peine 300 ou 400 palmiers et qui dépérit, seraient seules inondées.

Tels étaient les résultats généraux du nivellement exécuté en 1874-1875 en Algérie. Le Congrès international des sciences géographiques, auquel ils furent communiqués, exprima le vœu de voir poursuivre des études analogues en Tunisie.

IIe PARTIE.

EXPOSÉ DES OPÉRATIONS EXÉCUTÉES EN TUNISIE.

C'est à ce moment, Monsieur le Ministre, que vous avez bien voulu, sur l'avis de la Commission des missions, me charger de continuer en Tunisie les études commencées en Algérie. Vers la fin de janvier 1876, M. le Ministre de la guerre m'ayant mis à votre disposition, mais n'ayant pu m'adjoindre aucun officier comme collaborateur, je me préparais à partir seul pour Tunis, lorsque M. Michel Baronnet, ingénieur civil, et M. Cormon, peintre, me proposèrent de m'accompagner. J'acceptai immédiatement leur offre, et le 13 février nous débarquions ensemble à Tunis. M. Roustan, chargé d'affaires de France, nous y fit le meilleur accueil et me présenta au ministre dirigeant, M. le général Khereddine, dont la réception fut des plus sympathiques. M. Roustan, se conformant aux instructions de M. le Ministre des affaires étrangères, qui s'était montré très-favorable à la mission que vous m'avez confiée, s'inspirant d'ailleurs en même temps de sa bienveillance

naturelle, s'empressa de faire auprès du Gouvernement tunisien toutes les démarches nécessaires pour faciliter nos travaux. M. le général Khereddine mit à ma disposition un excellent interprète, M. Allegro, qui en dehors de ses fonctions spéciales a rendu de réels services à la mission. Des ordres formels donnés aux gouverneurs de l'Arad et du Djerid leur enjoignaient de nous fournir les hommes, les animaux et les vivres qui nous seraient nécessaires. Un odobachi ou officier du bey porteur d'un hamra (lettre du bey) fut chargé de nous accompagner et d'assurer l'exécution de ces ordres.

Ainsi organisée, la mission s'embarqua le 23 février sur le bateau qui fait un service hebdomadaire entre Tunis et Sfax, où nous arrivions le 25. Notre consul, M. Mattei, nous y accueillit avec une grande cordialité et nous fournit des renseignements précieux sur la topographie de la région des chotts, qu'il a souvent explorée et qu'il connaît très-bien. De Sfax à Gabès il n'y a pas de service régulier. Je dus louer une petite chaloupe, sur laquelle nous nous embarquions le 26 au soir. Le lendemain nous arrivions à Gabès et nous descendions à terre sur les épaules des Arabes, car nous avions échoué à l'entrée du port, qui est très-mauvaise.

Le caïd ou gouverneur de l'Arad, vieillard vénérable, nous reçut avec les plus grands égards et nous offrit l'hospitalité au Dar el-Bey (maison du Bey).

J'avais formé le projet de relier le nivellement que nous allions entreprendre aux travaux exécutés les années précédentes en Algérie : il fallait pour cela niveler 300 kilomètres au moins par parties de 150 à 200 mètres, c'est-à-dire pas à pas. La saison était très-avancée : il faisait déjà chaud. D'un autre côté, je n'avais avec moi qu'un seul opérateur, M. Baronnet. La fièvre, si fréquente sur le bord des chotts, pouvait nous arrêter. Il n'y avait donc pas un seul instant à perdre. En deux jours tout fut organisé, et dès le 1er mars au matin nous nous mettions en route pour l'oued Akarit avec les Arabes et les animaux que le caïd nous avait fournis. Nous étions accompagnés par le cheik Belkassen ben Alizidi, chef très-influent de la puissante tribu des Beni Zid. Nous n'avons jamais eu qu'à nous louer de ce cheik, remarquable par la dignité de son caractère et l'élévation de ses idées; il était devenu pour nous tous un véritable ami et nous n'avons pu nous en séparer sans émotion.

Tous les Arabes que j'avais interrogés à Gabès étaient convaincus que la dépression la plus basse était occupée par l'oued Melah. « Et cela doit être ainsi, ajoutaient-ils, puisque, d'après notre tradition, les chotts étaient autrefois une mer et communiquaient avec la Méditerranée par le lit de cette rivière. »

Dans les anciennes cartes, l'oued Akarit est placé sur le prolongement de la pointe occidentale du chott El-Djerid, parallèlement à la direction générale des montagnes qui bordent la rive nord de ce chott. Cette circonstance m'avait fait croire que l'ancienne communication se trouvait à l'oued Akarit. Les relations des voyageurs qui avaient exploré le littoral du golfe de Gabès m'avaient confirmé dans cette pensée. Mais j'avais été induit en erreur par des cartes inexactes. Ce n'est pas l'oued Akarit en effet, mais bien l'oued Melah qui se trouve exactement sur le prolongement de l'axe longitudinal du bassin des chotts, et c'est le lit de ce dernier cours d'eau qui représente les vestiges de l'ancienne communication et occupe en même temps la dépression la plus basse du seuil.

Quoi qu'il en soit, les raisons que je viens de donner me déterminèrent à commencer le nivellement par l'oued Akarit, et le 1er mars, dans l'après-midi, nous venions camper auprès de cette rivière.

Les marées, qui sont généralement peu sensibles dans la Méditerranée, sont au contraire très-accentuées dans le golfe de Gabès. La marée basse avait lieu le matin. Le 2 mars nous étions au point du jour à l'embouchure de la rivière. A 7 heures les eaux avaient cessé de baisser, le temps était calme. Je faisais placer le pied de notre première mire au niveau de la mer, et nous commencions le nivellement.

La rapidité avec laquelle il fallait opérer ne nous a pas permis de séjourner assez longtemps sur le littoral pour faire une série d'observations sur la hauteur de la marée. Voici comment il nous a été possible de la déterminer. A la marée haute, la mer entre dans l'oued Akarit, puis se retire laissant les berges humides. Le 2 mars au matin il était facile de reconnaître qu'elle avait pénétré dans la rivière jusqu'à la mire 6. Un nivellement partiel nous prouva que le niveau de la rivière en face de cette mire était à 2 mètres au-dessus du niveau de la marée basse.

La marée du 2 mars était une marée de quadrature; elle doit donc être considérée comme un minimum, et l'on peut admettre que les marées de syzygie atteignent $2^{m},50$ et plus.

Plus tard, en faisant le nivellement de l'oued Melah, les Arabes nous indiquèrent le point de cette rivière où la marée cesse de se faire sentir, et nous pûmes contrôler l'exactitude des observations que nous avions faites à l'oued Akarit.

De l'embouchure de l'oued Akarit, nous nous dirigeâmes vers le chott Djerid en faisant un nivellement de proche en proche, semblable à celui qui avait été exécuté l'année précédente en Algérie.

Avant d'entrer dans le détail des opérations et de préciser les résultats obtenus, je ferai rapidement l'historique de la campagne.

Les berges de l'oued Akarit sont très-escarpées et atteignent jusqu'à 10 et 15 mètres de hauteur. Nous remontions la rive droite en faisant de temps en temps des nivellements partiels qui nous permettaient de déterminer le niveau même de l'eau. Le 5 mars nous arrivions dans le chott Djerid. Le nivellement fut alors dirigé de façon à atteindre le rivage sud, que nous côtoyâmes en nous rejetant en dehors de la sebkha toutes les fois qu'elle devenait impraticable. L'examen de la carte sur laquelle l'itinéraire du nivellement est tracé rendra mieux compte d'ailleurs de la route suivie qu'une description détaillée ne pourrait le faire.

Le 15 mars nous arrivions à Seftimi, petite oasis située sur le bord du chott. Le cheik de Kbilli, chef-lieu du Nifzaoua, mit à notre disposition des hommes et des animaux qui remplacèrent ceux que nous avions amenés de Gabès. Le 16 et le 17 nous fûmes assaillis par une véritable tempête qui rendait tout travail impossible. Enfin le 18 le vent se calma et les opérations recommencèrent.

En face de Seftimi le lit du chott est relevé par une ondulation sur laquelle passe la route du Nifzaoua à Gafsa. Je profitai de cette circonstance pour m'avancer dans l'intérieur de la sebkha en faisant une coupe en travers vers le nord.

Le chott devenait de plus en plus dangereux. Près de Seftimi nos chevaux s'étaient enlisés à quelques mètres du rivage, et nous avions failli les perdre. Il fallut poursuivre le nivellement en laissant le chott à notre droite. Le 21 mars nous arrivions à Dbabcha, situé à la pointe de la presqu'île du Nifzaoua. Là il fallait traverser la sebkha pour gagner le Djerid et continuer les opérations sur le rivage nord. Le 23 mars nous nous engagions sur la route de Dbabcha à Dgache, première oasis du Djerid. Cette route, longue de 45 kilomètres, est très-dangereuse, quoiqu'elle soit une des plus

sûres de celles qui traversent le chott. Le 24 mars nous campions au milieu de la sebkha, à El-Mensof (le milieu), au grand désespoir des Arabes, très-effrayés de passer la nuit dans un lieu pareil.

Le 26 mars le nivellement arrivait à Dgache, où nous fûmes parfaitement accueillis par le cheik. Nous nous dirigeâmes ensuite, en côtoyant le rivage, sur Tôzeur, où nous campions le 28, puis sur Nefta, où nous arrivions le 30. De Nefta, mon intention était de gagner le chott Rharsa, pour aller rejoindre les repères que j'y avais laissés l'année précédente. En nous portant directement au nord, nous serions arrivés assez vite au chott Rharsa et nous n'aurions traversé que des dunes basses; mais toute cette région est dépourvue d'eau. Au nord-ouest il y avait deux puits, Bir-Sultane et Bir et-Tame, espacés de façon à nous permettre de rejoindre celui d'El-Khalla, situé au bord du chott Rharsa. Il fallut nous résoudre à suivre cet itinéraire, quoiqu'il nous engageât dans des mouvements de terrain relativement élevés, ce qui rendait le nivellement plus difficile et plus pénible. Cette route cependant avait l'avantage de suivre encore pendant quelques kilomètres le bord du chott El-Djerid.

Le 1er avril au matin nous quittions Nefta, et le soir nous campions à Bir-Sultane. Le lendemain nous passions la nuit à Bir et-Tame, qu'on pourrait appeler le puits des vipères à cornes, car elles y sont tellement nombreuses que nous n'y tuâmes pas moins de 24 ou 25 de ces reptiles en deux jours. Le 3 avril, à midi, le nivellement arrivait sur le bord du chott Rharsa. J'essayai, sur la foi de nos guides, de le traverser obliquement, de façon à rejoindre le rivage nord en face de Bir el-Khalla; mais nous n'avions pas fait 2 kilomètres qu'il nous fallut regagner le rivage sud. Le sol détrempé cédait sous nos pas, nos chevaux avaient beaucoup de peine à avancer et nous craignions à chaque instant de les voir s'enliser; nous-mêmes nous enfoncions presque jusqu'aux genoux. A quelques kilomètres vers l'ouest nous trouvâmes enfin un passage praticable. Le soir nous couchions à Bir el-Khalla, et le lendemain 4 avril le nivellement était poussé jusqu'au repère que nous avions placé en 1875. Mais, afin d'avoir une seconde vérification, nous poursuivions le travail jusqu'à un autre repère placé la même année à 5 kilomètres à l'ouest du premier.

Nous aurions désiré rentrer à Tôzeur en nivelant le chott Rharsa dans toute sa longueur, de Bir el-Khalla à l'oasis d'El-Hamma; mais

le lit du chott était à peu près impraticable; d'un autre côté, nous n'aurions pas trouvé une seule goutte d'eau potable sur cette route. Il fallait cependant connaître l'altitude du chott Rharsa dans sa partie orientale. Il y avait un moyen de tourner la difficulté : rentrer directement à Tôzeur et partir d'un des repères que nous y avions laissés pour faire une coupe en travers vers le nord. C'est à ce parti que nous nous arrêtâmes.

Entre le chott Djerid et le chott Rharsa nous avions franchi des dunes élevées, à travers lesquelles le nivellement était très-difficile. Il me parut nécessaire de reprendre les opérations en sens inverse, afin de vérifier cette partie de notre travail. A cet effet, le 5 avril au matin nous partions d'un repère laissé quelques jours avant sur le bord du chott, à la mire 614, et nous nous dirigions, en nivelant, sur un autre repère placé à la mire 534 dans le chott El-Djerid. Cette vérification ne nous prit que deux jours, et le 7 avril nous étions de retour à Tôzeur.

Le 8 avril nous poursuivions les opérations en partant d'un repère placé à la mire 452. Nous fîmes d'abord 14 portées en nous dirigeant vers le sud; mais nous dûmes bientôt nous arrêter, car le lit du chott devenait très-dangereux. Revenant alors à la mire 452, nous en partions de nouveau pour nous diriger sur le chott Rharsa. Mon intention était de suivre la route de Tôzeur à El-Hamma. Afin d'éviter les canaux et les palmiers de Tôzeur, à travers lesquels le nivellement eût été très-long et très-pénible, il nous fallut nous rejeter vers l'ouest et franchir des mouvements de terrain assez élevés, pour aller ensuite rejoindre la route d'El-Hamma au nord de Tôzeur. Le 9 avril nous arrivions sur les bords du chott Rharsa. Le lendemain nous inclinions vers l'est et nous arrêtions les opérations en arrivant sur la limite orientale du bassin inondable, où nous laissions un repère.

Le 11 avril nous nous portions directement sur Kriz, en passant par la dépression la plus basse du seuil qui sépare le chott Rharsa du chott Djerid et en faisant un levé topographique.

Le lendemain nous traversions le chott Djerid en suivant la route d'El-Mensof, et le soir nous arrivions à Dbabcha.

Nous n'avions encore aucune donnée sur le niveau de la partie du chott située au sud de la presqu'île du Nifzaoua. Il était nécessaire de reconnaître si elle ne se prolongeait pas vers le golfe de Gabès par une dépression du sol.

Afin d'éclaircir ce point, le 12 avril nous prenions comme point de départ un repère placé près de Dbabcha à la mire 288, et nous nous portions vers le sud en franchissant la pointe du Nifzaoua et en suivant ensuite le rivage du chott, dans l'intérieur duquel il eût été impossible de pénétrer. Le 17 avril au soir nous arrivions à Touïbin, et nous reconnaissions qu'il n'existait pas de dépression se prolongeant au sud du Djebel Tebagua vers le golfe de Gabès.

Le lendemain nous revenions sur nos pas et nous allions camper à Kbilli. De Kbilli il nous fallut trois jours pour rentrer à Gabès par Limaguès, Nemchet ed Dib et l'oasis d'El-Hamma, qu'il ne faut pas confondre avec l'autre oasis du même nom située près du chott Rharsa, dont il a été précédemment question.

Il nous restait à faire le nivellement de l'oued Melah. Les grandes chaleurs se faisaient déjà sentir; il fallait se hâter. Cependant, quelques Arabes m'ayant affirmé qu'à une trentaine de kilomètres au nord de l'oued Akarit on trouvait une série de bas-fonds et de sebkhas qui se prolongeaient jusqu'au chott Rharsa, je résolus de les explorer avant d'aller à l'oued Melah.

Le 26 avril nous quittions Gabès, et le lendemain nous campions à une dizaine de kilomètres d'une sebkha désignée par les Arabes sous le nom de sebkha Noail. Il eût été très-long de partir du bord de la mer et de faire un nivellement de proche en proche jusqu'à ce chott. Il n'était pas nécessaire d'ailleurs de déterminer son altitude avec la précision que nous avions recherchée dans les opérations précédentes. En conséquence, je choisis un point qui n'était éloigné que de 10 kilomètres de la sebkha, le Zobra Srira, duquel on voyait la Méditerranée, et je déterminai son altitude en observant la distance zénithale de l'horizon de la mer. J'y fis 10 observations, qui me donnèrent comme moyenne $0^{\circ}3681''$, angle de dépression qui correspond à une altitude de $123^{m},30$. Partant de cette donnée, exacte à 3 ou 4 mètres près, nous exécutâmes un nivellement de proche en proche vers le chott Noail.

Les résultats de l'opération ayant prouvé que ce chott est à $51^{m},80$ au-dessus de la mer et que le terrain se relève sensiblement vers l'ouest, il était inutile de continuer, et le 30 avril nous allions camper près de l'oued Melah, à Oudref.

Le 1er mai au matin nous commencions le nivellement au moment de la marée basse, et le 2 mai au soir nous arrivions à un

repère que nous avions laissé à la mire 61, à l'entrée du chott El-Djerid.

Les opérations étaient terminées. Elles avaient duré du 1er mars au 2 mai, c'est-à-dire 63 jours, pendant lesquels nous n'avions pas pris un seul moment de repos.

Malgré des fatigues incessantes, des privations auxquelles il n'était pas accoutumé, M. Baronnet n'avait cessé de m'assister avec un courage et une intelligence dont je dois rendre témoignage.

Nous avions nivelé pas à pas 438,961 mètres, qui se répartissent ainsi :

Ligne principale de l'embouchure de l'oued Akarit au repère du chott Rharsa	289 059m,38
Vérification de la mire 614 à la mire 535	29 968 00
Coupe en travers sur le chott à Seftimi	10 945 00
De la mire 452 au chott Djerid	2 977 40
De la mire 452 au chott Rharsa	28 377 30
De la mire 288 à Touïbin	43 379 20
De Zobra Srira au chott Noail	9 522 00
De l'embouchure de l'oued Melah au chott Djerid	24 733 10
TOTAL	438 961m,38

En divisant ce chiffre par le nombre de portées, 2072, on voit que la portée moyenne était de 211 mètres.

Le niveau employé était le niveau système Brünner, qui avait déjà servi pour le nivellement des chotts algériens et pour celui du Puy-de-Dôme. Je faisais sur chaque mire deux lectures au fil central et deux lectures aux fils excentriques. M. Allegro, notre interprète, réglait la bulle et veillait à ce qu'elle fût exactement au centre de la fiole au moment des observations. Les mires avaient 4 mètres de hauteur et étaient divisées en doubles centimètres alternativement rouges et blancs. Il suffisait donc d'additionner les deux lectures faites au fil central, avant et après le retournement de la lunette et du niveau mobile, pour obtenir la moyenne en centimètres.

Les mires étaient placées sur des planchettes disposées horizontalement sur le sol. Elles étaient maintenues verticales au moyen de petits perpendicules encastrés dans l'épaisseur du bois, de façon à échapper à l'action du vent. Nos ressources ne nous ayant pas permis d'amener des Européens, nous avions dressé des Arabes

aux fonctions de porte-mires; ils s'en acquittaient, du reste, parfaitement et tenaient très-bien les mires.

La longueur des portées était calculée au moyen des lectures faites aux fils excentriques qui servaient de stadia. La distance angulaire comprise entre le fil central et chacun des fils excentriques avait été déterminée au moyen d'observations faites le long d'une ligne mesurée avec soin. Cette distance angulaire était égale à 17 minutes 11 secondes, dont la cotangente est 200. Il suffisait donc, pour obtenir les portées en mètres, de multiplier la différence des lectures par 200 × 2 ou 400, puisque les mires étaient divisées en doubles centimètres. Les azimuts des portées étaient observés au moyen d'une grande boussole par M. Baronnet, qui recoupait en même temps tous les points saillants du terrain.

Quoique le but de M. Cormon en se joignant à la mission fût de se livrer spécialement à des études artistiques, il s'était très-gracieusement mis à ma disposition. Au début des opérations entre l'oued Akarit et le Nifzaoua, alors que le personnel n'était pas encore bien exercé, son concours nous fut très-utile, et il coopéra activement aux travaux, soit en faisant des croquis topographiques, soit en surveillant les porte-mires.

Le ministère de la marine n'ayant pu accueillir la demande par laquelle vous l'aviez prié de mettre un grand chronomètre à ma disposition, je dus renoncer à faire des observations astronomiques. Grâce à celles que j'avais faites en 1874 et 1875, les coordonnées géographiques du repère du chott Rharsa, auquel les nouvelles opérations venaient se relier, étaient déterminées; mais il eût été nécessaire de déterminer également les coordonnées de l'embouchure de l'oued Akarit ou de l'oued Melah, afin d'appuyer l'autre extrémité de la ligne nivelée. Heureusement cette lacune se trouve comblée, grâce à l'obligeance de M. le commandant Mouchez, qui a été chargé d'une mission hydrographique dans le golfe de Gabès, et qui a bien voulu me communiquer la longitude et la latitude de l'embouchure de l'oued Melah.

La carte[1] a été dressée de la façon suivante : les portées ont été rapportées successivement au moyen de leur azimut et de leur longueur. Pour les seuils de l'oued Akarit, de l'oued Melah et de Kriz, ce travail a été fait à l'échelle de $\frac{1}{50000}$ et réduit ensuite à

[1] La carte annexée à ce rapport est la réduction au 400 000me de la carte originale.

l'échelle de $\frac{1}{100000}$; les autres parties ont éte rapportées immédiatement à cette dernière échelle. La ligne nivelée ainsi établie a servi de base pour construire le reste de la carte.

N'ayant pu faire de nouvelles déterminations de la déclinaison de l'aiguille aimantée, j'ai dû adopter la valeur que j'avais trouvée en 1875, près de la frontière de Tunisie, sous le parallèle de 34 degrés, que suit à peu près la ligne principale nivelée. Cette déclinaison, qui était de 15 grades ouest, a donné de très-bons résultats. En effet, partant du repère du chott Rharsa, dont la latitude est 34° 4′ 16″, puis rapportant successivement les 1328 portées de la ligne nivelée entre ce repère et le golfe de Gabès, en ajoutant 15 grades aux azimuts donnés par la boussole, j'ai trouvé graphiquement, pour la latitude de l'embouchure de l'oued Melah, 34° 0′ 13″. M. Mouchez a obtenu de son côté 34° 0′ 30″. La différence est de 17 secondes, ce qui, à l'échelle de $\frac{1}{100000}$ adoptée pour la carte, correspond à un déplacement de 5 millimètres. Or 230 kilomètres séparent en ligne droite le chott Rharsa du golfe de Gabès, et un déplacement de 17 secondes en latitude, après un tel parcours, correspond à une erreur de 8 minutes commise sur la déclinaison adoptée, c'est-à-dire à une valeur angulaire à peu près inappréciable au rapporteur.

J'ai obtenu graphiquement, pour la longitude de l'oued Melah, 7° 38′ 30″, tandis que M. Mouchez a trouvé de son côté, par des observations chronométiques, 7° 43′ 39″. Comme nous, il avait pris comme point de départ la longitude d'Alger, adoptée par le Dépôt de la guerre avant la détermination télégraphique qui a été faite récemment. Nos longitudes diffèrent donc de 5′ 9″. J'ai exposé dans le premier chapitre comment les travaux de nivellement exécutés dans les chotts algériens se relient à Alger par une suite de triangles géodésiques de premier ordre. La ligne nivelée en Tunisie se reliant elle-même par un cheminement levé avec soin aux repères du chott Rharsa, l'embouchure de l'oued Melah se trouve rattachée à Alger par une suite ininterrompue de travaux topographiques et géodésiques. Il était donc difficile de modifier la longitude déduite de ces opérations, car il aurait fallu répartir les 5 minutes d'écart entre 1328 portées, et par conséquent remanier entièrement la carte.

La portée moyenne était de 200 mètres environ, mais la longueur de chaque portée variait suivant les circonstances atmosphé-

riques. Le matin et le soir on pouvait faire de très-bonnes lectures à 250 mètres. Vers le milieu du jour il fallait réduire cette distance à 150 et même à 100 mètres. Dans tous les cas nous n'avons jamais fait une seule lecture sans apercevoir très-nettement et très-distinctement les divisions. Toutes les fois qu'il se produisait des écarts anormaux entre les deux lectures faites successivement au fil central, avant et après le retournement, je recommençais l'opération. Les lectures étaient inscrites sur les registres de nivellement joints à ce rapport. Tous les calculs ont été faits en double et revus avec soin.

Les nivellements de l'oued Akarit et de l'oued Melah, qui se réunissent et se vérifient au repère de la mire 61, ont donné les valeurs suivantes pour l'altitude de ce repère :

Nivellement par l'oued Akarit.....	31m,4590
Nivellement par l'oued Melah.....	31 5395
DIFFÉRENCE.....	0 0805

Cet écart est insignifiant, en raison de l'incertitude qui régnait sur le niveau de la marée basse, pris à deux époques différentes et en deux points différents de la côte, où il n'y a en outre pas de maréographe, et l'on doit en déduire que la hauteur du seuil de Gabès dans les dépressions de l'oued Akarit et de l'oued Melah est connue avec une rigoureuse précision.

Dans la campagne précédente, en Algérie, le nivellement était fait en double par deux observateurs, et chacun d'eux inscrivait ses lectures sur un registre individuel. L'expérience m'avait prouvé que les résultats obtenus ainsi par deux opérateurs placés absolument dans les mêmes conditions étaient presque identiques. Ainsi à Bir el-Arab, après un parcours de plus de 400 kilomètres, il ne s'était produit qu'un écart de 4 centimètres entre le nivellement de M. Baudot, continué par M. le capitaine Parisot, et celui de M. le capitaine Martin. L'avantage de ces observations en double se bornait donc à prévenir les erreurs de lecture. Dans les terrains régulièrement inclinés ou peu accidentés, comme le lit ou le littoral des chotts, ces erreurs sont d'autant plus faciles à éviter que la moyenne des lectures faites aux deux fils excentriques permet de contrôler la lecture faite au fil central. Il devenait donc inutile de prendre une précaution qui aurait d'ailleurs nécessité un autre opérateur. Mais il n'en était plus de même dans les terrains acci-

dentés comme les seuils de Gabès et de l'oued Melah. Les différences de niveau y sont considérables; le choix de l'emplacement des mires nécessite presque toujours des tâtonnements; la plupart du temps il n'y a qu'un des fils excentriques qui rencontre la mire, et il peut arriver que, dans sa préoccupation, l'observateur le confonde avec le fil central, ce qui lui ferait commettre une erreur importante.

L'exactitude des opérations n'était donc assurée qu'à la condition de vérifier les nivellements des seuils de Gabès et du chott Rharsa. Nous venons de voir comment le premier a été vérifié à la mire 61 à 8 centimètres près. Ainsi que je l'ai dit plus haut, le nivellement du dernier seuil a été également vérifié par une opération en sens inverse, exécutée entre la mire 614 et la mire 534, et dont voici les résultats :

Cote de la mire 534	20m,1745
Cote trouvée pour la mire 534 en repartant de la mire 614	20 0470
DIFFÉRENCE	0 1275

Dans la vérification rapide que nous avons faite en partant de la mire 614 pour revenir à la mire 534, notre but était de rechercher si, dans la première opération, il n'avait pas été commis d'erreurs de lecture, et par conséquent nous nous sommes bien plus préoccupés de la lecture des centimètres que de l'appréciation des millimètres. Aussi la vérification obtenue, dans ces conditions, à 0m,1275 près, après un parcours de 60 kilomètres, doit-elle être considérée comme très-suffisante.

Les détails dans lesquels je viens d'entrer démontrent que le nivellement géométrique a été exécuté avec toute la précision qu'il était possible d'atteindre dans une opération faite aussi rapidement et au milieu de circonstances si difficiles.

Voici maintenant quelles ont été nos vérifications aux deux repères du chott Rharsa :

PREMIER REPÈRE.

(Mire 651 *bis*.)

Altitude trouvée en 1875	—1m,0165
Altitude trouvée en 1876	—4 8785
DIFFÉRENCE	—3 8620

DEUXIÈME REPÈRE.

(Mire 664.)

Altitude trouvée en 1875	$+1^m,2615$
Altitude trouvée en 1876	$-2\ 6015$
DIFFÉRENCE	$-3\ 8630$

Ces deux vérifications ne diffèrent entre elles que de 1 millimètre, et font ressortir, entre l'ancien nivellement appuyé sur des altitudes géodésiques et le nouveau nivellement partant directement du niveau de la mer, l'écart de $3^m,86$ [1].

L'altitude du signal de Tahir Rassou, point de départ de l'ancien nivellement, était donnée par la méridienne de Biskra, qui elle-même était greffée sur la chaîne géodésique mesurée entre Alger et Bône par le commandant Versigny. J'ai déjà insisté sur le soin particulier avec lequel nous avions exécuté en 1872 et 1873 le nivellement géodésique de la méridienne de Biskra, et sur la concordance des résultats obtenus par M. de Villars et par moi. Je me garderais bien de vouloir critiquer les travaux de M. le commandant Versigny. Ils seront toujours considérés au dépôt de la Guerre comme les modèles d'une précision qui n'a jamais été dépassée avec les instruments répétiteurs dont on se servait à cette époque. Mais je dois rappeler que, dans les opérations géodésiques de premier ordre, le nivellement n'a qu'une importance secondaire, et que M. Versigny, ne se préoccupant pas comme nous de l'altitude du chott Melrir, n'a pu apporter le même soin à la mesure des angles verticaux. En géodésie d'ailleurs l'erreur commise sur les différences de niveau est proportionnelle au carré des distances. Or, au premier ordre, les côtés des triangles ont souvent de 40 à 50 kilomètres, et il n'est pas étonnant que les erreurs en s'accumulant finissent par atteindre 3 ou 4 mètres. Aussi est-ce un fait incontesté que le nivellement de proche en proche est beaucoup plus précis; et c'est ce qui me faisait dire, le 14 juillet 1875, devant la Société de géographie, qu'une opération de ce genre, exécutée en Tunisie et appuyée directement à la mer, aurait pour résultat de vérifier et de rectifier au besoin les altitudes géodésiques admises comme point de départ. Il est possible cependant que l'écart

[1] Dans mon rapport sommaire j'avais donné $2^m,99$. Ce chiffre a été modifié par suite de la révision des calculs.

constaté ne soit pas dû en entier au nivellement géodésique. Il est reconnu, en effet, que le niveau des mers varie suivant la disposition des côtes, l'attraction des continents voisins, etc.; et il pourrait exister une différence appréciable entre le niveau de la Méditerranée à Alger et celui du golfe de Gabès. Quoi qu'il en soit, que cet écart de 3^{m},86, qui n'a d'ailleurs rien d'exceptionnel, provienne, en tout ou en partie, du nivellement géodésique, il est évident, d'après ce qui précède, que le nivellement de proche en proche partant du golfe de Gabès doit être considéré comme exact, et qu'il y a lieu en conséquence de diminuer de 3^{m},86 toutes les altitudes trouvées en 1874 et 1875 dans le bassin du chott Melrir.

Le chott Rharsa forme un grand bassin allongé de l'ouest à l'est. Nous n'avons pu l'aborder qu'à ses deux extrémités, à l'ouest d'abord en allant rejoindre nos repères de 1875, puis à l'est en faisant un profil en travers, greffé à Tôzeur sur la ligne principale de nivellement. La partie centrale du bassin est à 30 mètres au moins au-dessous du niveau de la mer. Aux deux extrémités on trouve encore une profondeur de 20 mètres à quelques kilomètres des bords. La superficie de la zone submersible est d'environ 1,350 kilomètres carrés.

En face d'El-Hamma Tôzeur, le chott Rharsa est séparé du chott El-Djerid par une série de mouvements de terrain ou de dunes qui s'élargissent en se prolongeant vers l'ouest, de façon à atteindre au delà de Nefta une trentaine de kilomètres de largeur. C'est vers Kriz que se trouve la partie la plus étroite et en même temps la moins élevée de ce seuil. Le 11 avril, en allant d'El-Hamma à Kriz, j'en fis un levé topographique en passant par le col le plus bas, et je reconnus que les rivages des chotts de Rharsa et Djerid étaient séparés par une distance de 10 kilomètres au centre de laquelle s'élève un bourrelet dont l'épaisseur est de 2 à 3 kilomètres, et l'altitude, au point culminant, de 45 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le chott El-Djerid occupe une surface d'environ 5,000 kilomètres carrés. Les eaux, en s'accumulant dans son lit situé au fond d'un immense bassin, y ont créé un véritable lac souterrain dont les eaux dorment sous une croûte plus ou moins résistante, formée de sels et de sables mélangés. Ce lac étrange, qui a englouti si souvent les voyageurs qui s'aventurent sur la croûte perfide qui le recouvre, n'est pas une des particularités les moins curieuses de

la région des chotts. M. Charles Tissot en a fait une description si exacte et si intéressante dans une notice qui va être publiée par le Bulletin de la Société de géographie, que je demande la permission d'en reproduire les passages les plus saillants :

« La vaste et profonde dépression du chott El-Djerid est remplie aujourd'hui, en grande partie, de sables nouveaux ; la portion centrale du bassin paraît contenir encore toutefois une masse d'eau considérable recouverte d'une croûte saline qui a fait comparer le lac, par les voyageurs arabes, tantôt à un tapis de camphre ou de cristal, tantôt à une feuille d'argent ou à une nappe de métal en fusion. L'épaisseur de cette croûte est très-variable : elle n'offre que sur certains points une solidité assez grande pour qu'on puisse s'y hasarder. Dès qu'on s'écarte de ces passages, la croûte cède et l'abîme engloutit sa proie. Les gués dont je viens de parler deviennent eux-mêmes très-périlleux dans la saison des pluies, lorsque les eaux découvrent la croûte saline et en diminuent encore l'épaisseur.

« Je ne puis mieux faire, du reste, pour donner une idée de l'aspect de ce lac étrange, que de reproduire les différentes descriptions que nous en ont laissées les auteurs arabes. La plus ancienne en date est celle d'Abou-Obeïd el-Bekri :

« Lorsqu'on se rend de Nefzâoua à la province de Kastilia [1], dit « ce géographe, le terrain que l'on parcourt est une contrée maré- « cageuse dans laquelle la route n'est indiquée que par des pièces « de bois plantées en terre, et l'on prend des guides parmi les Beni « Naulith qui errent dans ces cantons; car si l'on s'écartait à droite « ou à gauche de la route tracée, on enfoncerait dans un sol fangeux « qui a la consistance onctueuse du savon. Plus d'une fois des ca- « ravanes et des armées, s'étant imprudemment engagées sur ce sol « trompeur, y ont péri sans laisser aucune trace. »

« Le cheik Abou-Mohammed el-Tidjani, qui a écrit, au commencement du XIVe siècle de notre ère, le voyage d'Abou-Yahia-Zacharia, cheik des Mouhaeddin, proclamé sultan en 711 de l'hégire, avait traversé le chott pendant ce voyage, et sa description est encore plus précise :

« Nous commençâmes, dit El-Tidjani, à couper le lac appelé

[1] Le district actuel de Tôzeur.

« Tekmert. Après quelques heures de marche, nous passâmes une « partie de la nuit auprès d'une source et nous nous remîmes en « route à l'aube pour ne nous arrêter que vers midi.

« Nous vîmes, à droite et à gauche de notre route, des troncs de « dattiers placés là pour indiquer le chemin et empêcher les voya- « geurs de s'écarter de la bonne route; car, à droite et à gauche de « ce tracé, le lac n'offre plus que des fondrières, le terrain ne garde « plus la trace des pas qui s'enfoncent, et quiconque ignorerait ce « danger ne pourrait s'y hasarder sans y disparaître... Si quelque « homme vient à enfoncer dans le lac, les parties du terrain qui ont « cédé se rapprochent aussitôt, et la surface redevient ce qu'elle « était avant l'accident. »

« Le chef de notre expédition me raconta le fait suivant, qu'il tenait d'un certain Mohammed ben Ibrahim ben Djamé-el-Merdâci :

« Une de nos caravanes dut traverser un jour le lac : elle se « composait de mille bêtes de charge. Par malheur un des chameaux « s'écarta du bon chemin : tous les autres le suivirent, et rien au « monde ne fut plus prompt que la rapidité avec laquelle la terre « s'amollit et engloutit les mille chameaux; puis le terrain redevint « ce qu'il était auparavant, comme si les mille bêtes de charge qui « y avaient disparu n'eussent jamais existé. »

« Abou el-Hadjadj a raconté le voyage de Youssef ben el-Mansour à Tôzeur, et il s'exprime ainsi :

« Son voyage le porta à la saline qui se trouve aux environs de « Tôzeur. C'est une des merveilles du monde dont les historiens ont « oublié de parler. La surface de cette saline a plusieurs milles « d'étendue : on dirait du métal fondu ou du marbre poli. L'œil « trompé croit y voir une admirable transparence : on croit avoir « devant soi un étang dont l'eau serait gelée. L'heure de la prière « étant venue pendant que la caravane traversait le lac, on y fit la « prière comme sur un tapis de camphre ou de cristal. Les pas et « les traces des voyageurs durant cette marche s'étant succédé les « uns aux autres jusque vers la moitié de la journée, il en résulta « qu'une portion de la route, d'une étendue de près de cent coudées, « vint à se défoncer. Toutes les personnes de la caravane qui se « trouvaient attardées y furent englouties.

« J'ai constaté par moi-même, ajoute El-Tidjani, que si un « homme appuyait le bout de sa lance à terre, cette lance s'y en-

« fonçait tout entière, et que s'il avait le moyen de la pousser da-
« vantage, elle s'enfonçait plus avant encore ; dès qu'il la retirait,
« le sol redevenait ce qu'il était auparavant, sans garder aucune
« trace. »

« Le voyageur Abou Salem el-Aïacha, qui écrivait en 1073 de l'hégire (1661), a consacré les lignes suivantes au chott El-Djerid :

« Nous quittâmes notre bivouac et nous allâmes coucher auprès
« de la sebkha qui sert de limite au Nefzâoua. Je pensai que cette
« sebkha était une partie de celle d'Abou Hellal, la plus vaste de
« toutes celles qu'on connaît, tant par sa grandeur et sa largeur que
« par la grande quantité de sel qu'elle contient [1]. Mais cette pre-
« mière sebkha contient peu de sel et ce sel est mêlé de sable...

« Nous entrâmes dans la grande sebkha, guidés par les étoiles,
« et nous la traversâmes avec beaucoup de peine. Ce ne fut qu'après
« plus d'une heure de recherches que nous réussîmes à trouver le
« chemin, lequel n'est autre chose qu'un sentier accidenté, étroit
« comme un cheveu et coupant comme le tranchant d'une épée.
« Les bêtes de somme ne pouvaient y marcher qu'une à une, et si
« quelque chameau ou mulet venait à s'écarter le moins du monde,
« il courait le risque de s'embourber et de disparaître. Nous ne
« sortîmes de là qu'au Dohor, après beaucoup de fatigues et de dif-
« ficultés. »

« Un troisième voyageur musulman, Moula Ahmed, qui parcourut cette contrée au commencement du dernier siècle, est celui qui a le mieux décrit cette lagune si redoutée des caravanes.

« Nous descendîmes, dit Moula Ahmed, auprès de la sebkha
« qu'on appelle El-Takerma. Nous louâmes un homme pour nous
« conduire sur la sebkha El-Kebira, El-Haïta, El-Ketira, la grande,
« la forte, l'abondante.

« Nous entrâmes dans la sebkha, où des chameaux ont été noyés
« dans la boue, ainsi que des hommes. Le guide précédait la cara-
« vane et nous marchions doucement, avec les plus grandes précau-
« tions, sur une ligne donnée, étroite, où les chameaux ne passaient
« qu'un à un. Nous trouvâmes le chemin borné par des broussailles
« et des (fragments de) palmiers, à droite et à gauche, et ne lais-

[1] Abou Salem el-Aïacha nous fait connaître encore, comme on le voit, une des anciennes dénominations des chotts El-Djerid : ce nom d'*Abou Hellal* est celu d'une koubba qui s'élève sur les bords du lac, à la hauteur de Sdada.

« sant qu'un étroit passage. Celui qui se hasarde à droite ou à gauche « est aussitôt noyé dans la boue. Celui qui ne connaît pas cet en- « droit ne peut pas s'en tirer...

« Je vais dire tout ce que j'ai vu de mauvais dans cette sebkha, « les inquiétudes et les appréhensions que j'y ai éprouvées. Le cœur « se serre en entendant ces choses. La nuit n'a pas d'étoiles en cet « endroit : elles se cachent derrière les montagnes. Le vent y souffle « à rendre sourd, et souffle à la fois de droite et de gauche, au point « de vous faire sortir de votre chemin ; il vous jette le sable à la « figure ; on n'y peut ouvrir les yeux qu'en prenant de grandes pré- « cautions. A mesure que nous avancions, ces inconvénients aug- « mentaient. Cependant, vers le Dohor, nous aperçûmes les brous- « sailles du terrain solide et Tôzeur commença à poindre au loin. « Alors les gens de la caravane commencèrent à se féliciter les uns « les autres, et dès que nous vîmes la sebkha derrière nous, nous « commençâmes à respirer. »

« On me permettra de compléter ces descriptions en transcrivant ici quelques passages de mon journal de voyage : »

« 6 mars 1857.

« ... A 7 heures et demie nous quittons Dgache pour descendre vers le chott dont la surface unie brille à l'horizon comme un lac de plomb fondu. Pendant une demi-heure nous traversons une plaine vaseuse, entrecoupée de bouquets de tamaris, de palmiers nains et de hautes herbes. Peu à peu les broussailles deviennent plus rares, bientôt toute végétation disparaît et les efflorescences salines qui recouvrent le sol sablonneux nous apprennent que nous avons dépassé la limite des hautes eaux de la sebkha. Là commence le danger. Un cavalier merzougui, familiarisé avec les fondrières du lac, prend la tête de la colonne en nous recommandant de mettre « nos pas dans ses pas. » Rangés en file indienne, nous suivons notre guide, qui n'avance qu'avec précaution. Nos chevaux eux-mêmes semblent comprendre le péril et flairent de temps en temps le sol avec inquiétude.

« Aux vases mélangées de sel que nous avons traversées succède bientôt une croûte saline de plus en plus épaisse, dure et transparente comme du verre de bouteille et résonnant à certains endroits sous les pieds de nos montures comme le sol de la solfatara de Naples. Un puits béant, dont l'ouverture montre une eau verte

et profonde, nous permet de nous rendre compte de ce singulier terrain : la croûte sur laquelle nous cheminons n'a qu'une épaisseur de quelques pouces et recouvre un abîme que nous essayons en vain de sonder. Un sac à balles qui nous sert de sonde disparaît avec toutes les cordes que nous ajustons bout à bout sans que nous trouvions le fond.

« Une crevasse que nous rencontrons un peu plus loin, sur notre droite, ne contient que 4 ou 5 pieds d'eau; mais au-dessous de cette nappe liquide dorment ces sables mouvants si redoutés dans le pays, et que la tradition assigne comme tombeau à tant de caravanes. C'est près de cet endroit que, lors de mon premier séjour au Blad el-Djerid, un cavalier du goum de Tôzeur fut englouti avec sa monture. Ses compagnons essayèrent de sonder l'abîme où il avait disparu, au moyen de vingt baguettes de fusil attachées bout à bout : pas plus que la nôtre, cette sonde improvisée n'atteignit le fond.

« Couché à plat ventre sur le bord de la crevasse, je puise un peu d'eau pour la goûter : elle me paraît plus amère encore que celle de l'Océan. La main dont je me suis servi pour boire est imprégnée d'un sel blanc qui dessine tous les pores. Un vase de terre poreuse que je remplis de cette eau ne tarde pas à se couvrir extérieurement d'une épaisse croûte de sel.

« Des crevasses semblables s'ouvrent de distance en distance et forment en quelque sorte les « regards » de la nappe souterraine qui s'étend sous nos pas.

« A 9 heures et demie nous trouvons, allongé sur la route, le cadavre d'une femme. La pauvre créature est évidemment morte de fatigue : couchée sur le flanc droit, un bras replié sous sa tête, l'autre appuyé sur le sol, la mort l'a surprise au moment où elle faisait un dernier effort pour se relever.

« Nous ne pouvions emporter ces tristes restes. J'ordonnai à mes hommes de creuser une fosse dans le sol même ; mais leurs sabres rayaient à peine la croûte de sel et le temps pressait. Nous dûmes passer outre...

« ... Nous marchons toujours, et les montagnes d'Oudiân que nous laissons derrière nous s'abaissent de plus en plus à l'horizon. En face, à droite, à gauche, le chott déploie, aussi loin que la vue peut s'étendre, l'éblouissante immensité de sa nappe d'argent. La chaleur étouffante développée par la réverbération du soleil,

les hallucinations du mirage, le contraste étrange d'un sol de neige et d'un ciel de feu, tout, jusqu'à ce lac solide et ce terrain mouvant, me donne une sorte de vertige; il me semble, par moments, que nous cheminons dans une de ces planètes où les lois de notre monde sont suspendues ou renversées.

« A 10 heures et demie nous rencontrons les premières marques : ce sont de simples pierres fichées dans la croûte saline. Elles n'ont pas plus de 40 à 50 centimètres de hauteur, mais grandies par le mirage, elles s'aperçoivent à de très-grandes distances. L'intervalle qui les sépare est en moyenne de 500 à 600 mètres. Elles portent dans le dialecte local le nom de *gmaïr* (au singulier *gmira*). Je n'aperçois pas les troncs de palmiers dont parlent les auteurs arabes. Notre guide nous apprend qu'ils ont été emportés par les grandes eaux et confesse que la voirie du lac est fort négligée depuis quelques années; en bonne règle la route doit être indiquée par une double rangée de *gmaïr :* des pierres sur la gauche du voyageur qui se rend de Tôzeur au Nefzâoua, des troncs de palmiers sur la droite. Grâce à cette double indication, les caravanes surprises dans la traversée du lac par une de ces violentes tempêtes qui les enveloppent dans des tourbillons de sable et de sel avaient quelque chance de retrouver leur direction. Les *oueda* ou troncs de palmiers ont disparu et la rangée de pierres est elle-même fort incomplète. Quelques-unes sont provisoirement remplacées par des ossements de chameaux.

« A 10 heures 35 minutes nous nous engageons dans une vaste nappe d'eau qui couvre la croûte saline : nos chevaux ont de l'eau jusqu'au paturon pendant quelques minutes; bientôt la profondeur augmente, et sur certains points nos montures en ont jusqu'au poitrail. Notre guide, que je suis immédiatement, s'arrête à chaque instant, interroge l'horizon, cherche à deviner la route, et fait parfois des *à-droite* ou des *à-gauche* que rien ne motive en apparence. Le danger est extrême, et il me l'explique : lavée et en partie dissoute par la couche d'eau qui la recouvre, la croûte de sel peut à chaque instant s'effondrer sous nos pas.

« La nappe liquide que nous traversons offre un courant prononcé du nord-est au sud-ouest. A notre gauche et à une certaine distance, je remarque deux ou trois îlots formés par des boursouflures de la croûte saline.

« A midi 30 minutes, à 400 ou 500 mètres de la trente-

deuxième *gmira*, nous atteignons une plate-forme circulaire, d'une vingtaine de pas de diamètre, qui s'élève de 2 ou 3 pieds au-dessus du niveau de la sebkha. Elle est située à peu près à égale distance des deux rives du lac, ce qui lui a fait donner par les indigènes le nom d'*El-Mensof* ou *Bir en-Nsof*. On l'appelle aussi *Djebel el-Melah*, « la montagne de sel. » Cinq ou six blocs de pierre grossièrement superposés, mais qui de loin, par l'effet du mirage, apparaissent comme une gigantesque pyramide, l'annoncent au voyageur et forment un signal correspondant avec une pyramide semblable dressée sur la cime du Djebel Toumiat, au-dessus de l'oasis de Kriz. Ces deux points de repère indiquent la direction générale de la route.

« C'est au Mensof que, parvenus à la moitié de leur dangereuse traversée, les caravanes font halte ou passent la nuit, si elles n'espèrent pas atteindre avant le coucher du soleil l'autre rive du lac. Une couche épaisse de noyaux de dattes et de fumier recouvre le sol et laisse à peine voir l'orifice d'un puits antique comblé depuis longtemps. L'existence d'un puits au milieu de ce lac de sel n'a rien qui puisse surprendre, puisqu'on trouve sur plusieurs points de la sebkha, notamment à Aïn el-Sid, à Aïn Tarafi [1], des sources dont l'eau n'est pas plus saumâtre que celle de la plupart des puits du Djerid. Ce phénomène s'explique par les îles assez nombreuses qu'on observe dans le lac et dont quelques-unes forment au-dessus de la nappe salée les cratères d'autant de volcans sous-marins, donnant passage aux eaux relativement douces des couches inférieures.

« Après une halte d'une demi-heure, nous nous remettons en route sur les instances de notre guide, qui craint que la nuit ne vienne nous surprendre au milieu de ces redoutables fondrières.

« A quelques pas du Mensof nous retrouvons la nappe d'eau dont j'ai déjà parlé, mais le courant se dirige en sens inverse.

« A 2 heures nous rencontrons un troisième courant, allant, comme le premier, du nord-est au sud-ouest. Presque aussitôt nous traversons un assez vaste espace également inondé, mais rempli de joncs marins.

« A 3 heures 38 minutes nous atteignons la dernière *gmira* : c'est la vingt-troisième à partir d'El-Mensof. Un instant après nous retrouvons la zone des sables salés, puis celle des vases, puis aussi

[1] Les sources d'El-Mensof et d'Aïn-Tarafi se sont taries depuis le voyage de M. Tissot.

celle des sables purs. Quelques broussailles, isolées d'abord, puis nombreuses ensuite, nous annoncent un terrain solide. Les palmiers du Nefzâoua se dessinent et grandissent à l'horizon.

« A 4 heures 30 minutes nous atteignons enfin la rive méridionale du lac et les dunes de la sebkha. »

J'ai tenu à reproduire en entier cette partie du travail de M. Tissot, d'abord parce qu'il m'eût été difficile de donner une idée plus exacte de la constitution du chott El-Djerid, ensuite parce que mes propres observations se trouvent ainsi confirmées par celles d'un savant distingué.

La route d'El-Mensof, nommée aussi El-Oudyania, dont on vient de lire la description, est une des moins dangereuses de celles qui traversent le chott et que nous avons toutes indiquées sur notre carte. Les deux plus sûres, d'après les indigènes, sont celles qui partent de Seftimi et d'Aïn Sid pour se réunir à la Khangha Dzhanïet, et cependant les accidents y sont encore assez fréquents. Ainsi le cheik El-Ghoumi de Kbilli me racontait que, quelques mois avant notre passage, une petite caravane, s'étant écartée du chemin près d'Aïn Tarafi, avait été engloutie. Nous-mêmes faillîmes être victimes de la confiance que les indigènes ont dans la sécurité relative de cette partie du chott. En face de Seftimi, nos chevaux, conduits en main par les Arabes qui s'étaient aventurés sur le lit de la sebkha, s'enlisèrent à 7 ou 8 mètres tout au plus du rivage, et ce ne fut pas sans danger pour nous-mêmes que nous parvînmes à les retirer.

La route la plus orientale du chott conduit directement d'El-Hamma Kabès à Gafsa. Comme les précédentes, elle passe pour assez sûre, et cependant la partie du chott située à l'est de ce passage est considérée par les Arabes comme très-profonde et très-dangereuse.

La croûte supérieure du chott El-Djerid n'est pas absolument plane et présente même des ondulations assez accentuées. A la mire 61, près du seuil de Gabès, elle est à l'altitude de $31^{m},45$; elle s'affaisse alors successivement, descend à zéro en face de la pointe du Nifzâoua, entre les routes d'El-Bougal et d'El-Oudyania, et se relève ensuite de façon à atteindre 17 mètres à la mire 375 en face du seuil de Kriz. Par intervalles, le lit du chott se relève, comme si la croûte supérieure était redressée par des cloisons sou-

terraines plus résistantes, sur lesquelles sont tracées les routes qui traversent la sebkha. Il est impossible d'ailleurs que ces cloisons n'existent pas. En effet, le nivellement a prouvé que la croûte saline, relevée aux deux extrémités du chott, présente une dépression vers le centre du bassin. Je viens de dire que l'extrémité orientale était considérée par les indigènes comme très-profonde et très-dangereuse. J'ai constaté moi-même, par un sondage fait à la mire 61, que l'on y trouve l'eau et la vase à 80 centimètres de profondeur. La masse d'eau contenue aux extrémités tendrait évidemment à descendre vers le centre du bassin et à y soulever la croûte, si elle n'était maintenue par de petits seuils souterrains, grâce auxquels il est possible de traverser la sebkha et où l'on trouve même quelques sources d'eau douce. Il ne faudrait pas croire cependant que ces seuils offrent une grande consistance. Il suffit de se rappeler à quels dangers on y est exposé. J'ai fait faire un sondage près d'Aïn Tarafi, sur le seuil que suit une des routes les plus sûres du chott : à 60 ou 70 centimètres, le sol devint tellement vaseux qu'il ne pouvait plus supporter les travailleurs. L'eau arrivait en abondance. Il fallut s'arrêter. Du reste, c'est un fait sans exception, que si l'on fait creuser un trou dans le chott, fût-ce au point le moins dangereux, en quelques instants il se remplit littéralement jusqu'au bord d'une eau aussi salée que celle de la mer, mais excessivement limpide.

Dans les parties centrales, la croûte saline subit par les grands vents de fortes oscillations. Le 24 mars, près d'El-Mensof, il soufflait un vend de nord-ouest très-violent. Afin de garantir l'instrument, je fis disposer plusieurs Arabes en cercle, pendant que j'observais une mire située vers le sud-est. De temps en temps je voyais cette mire disparaître brusquement du champ de la lunette, tandis que la bulle se déplaçait pour venir butter contre une des extrémités de la fiole. Je n'avais jamais observé de fait semblable en opérant dans des circonstances analogues sur les bords du chott, tandis qu'il se reproduisait ce jour-là à chaque instant, quoique l'instrument fût parfaitement à l'abri du vent et ne subît aucun à-coup. Il me parut évident que le sol éprouvait des oscillations qu'un instrument précis pouvait seul accuser. J'en acquis bientôt la certitude. Le soir même nous étions campés à El-Mensof. Le vent avait redoublé. Deux de nos tentes sur trois furent renversées par l'ouragan. Les piquets avaient été

arrachés. Par les trous qu'ils avaient laissés dans la croûte saline, on voyait l'eau jaillir avec force, chaque fois que cette croûte en oscillant venait presser sur la nappe d'eau souterraine. Les chameaux, habituellement si paisibles pendant la nuit, étaient agités, inquiets, et se déplaçaient fréquemment, comme si leur instinct les avait prévenus qu'ils reposaient sur un sol mobile et qu'ils couraient un danger inconnu.

Il est bien évident, d'après tout ce qui précède, que le bassin du chott El-Djerid est occupé par un lac souterrain[1], dont le fond se trouve à 20 ou 30 mètres au moins au-dessous du niveau de la mer, et que ce lac est subdivisé en plusieurs parties par des seuils souterrains qui soutiennent la croûte supérieure et la relèvent de façon à former des ondulations, sur lesquelles les caravanes peuvent s'aventurer. Cette croûte est plus élevée que le niveau de la mer vers les deux extrémités du bassin, mais il est clair que si l'on creusait une tranchée dans le seuil de Kriz, les eaux du lac s'écouleraient dans le chott Rharsa, dont la profondeur est de 30 à 40 mètres au-dessous de la Méditerranée. Les cloisons souterraines, dont nous avons constaté la faible consistance, s'affaisseraient elles-mêmes sous la pression des eaux qu'elles maintiennent, au fur et à mesure que se videraient les différentes parties du bassin. Le chott El-Djerid se trouverait ainsi disposé pour recevoir les eaux vives de la Méditerranée, dès qu'on leur aurait ouvert un passage à travers le seuil de Gabès. Je reviendrai sur ce sujet dans le chapitre IV.

J'ai déjà expliqué les motifs pour lesquels nous avons commencé le nivellement par l'oued Akarit. La dépression qui correspond au lit de cette rivière suivant une ligne moins directe et étant plus élevée que celle de l'oued Melah, je me contenterai de dire que son développement entre le golfe de Gabès et le chott est de 26 kilomètres, que son altitude au point culminant est de $54^{m},40$ et que l'on trouve quelques calcaires durs dans les environs du col.

La dépression la plus basse du seuil de Gabès est occupée par

[1] Un homme qui connaissait bien le chott El-Djerid, M. Matteï, ancien capitaine au long cours, père de M. Matteï qui est actuellement notre consul à Stax, pensait, à ce que me raconte M. Tissot, qu'il suffirait de trouver le moyen de supprimer la croûte saline supérieure pour rendre la sebkha navigable dans toute son étendue, du seuil de Gabès à Nefta.

le lit de l'oued Melah, qui se trouve exactement sur le prolongement de l'axe longitudinal du chott El-Djerid. Sous le nom unique d'oued Melah les Arabes désignent deux cours d'eau qui prennent naissance l'un à l'est et l'autre à l'ouest du point culminant de la dépression et coulent en sens inverse, le premier vers la mer, le second vers la sebkha; et la raison de ce nom unique est qu'ils considèrent ces deux rivières comme ayant une origine commune, comme représentant les vestiges du détroit qui reliait la Méditerranée et les chotts, à l'époque où ces derniers étaient occupés par les eaux de la mer.

La largeur du seuil entre l'embouchure de l'oued Melah et la mire 61, placé dans le chott El-Djerid, est de 22,500 mètres. A 2 kilomètres du golfe de Gabès, le niveau de la rivière n'est encore que de $0^m,99$ au-dessus du niveau de la marée basse. L'oued Melah s'élève ensuite lentement et à peu près régulièrement jusqu'à une première chaîne de dunes qu'il franchit à l'altitude de $28^m,45$ à 10,525 mètres du rivage de la mer. Une autre chaîne de dunes, dirigée comme la première du nord au sud, et dont l'altitude est de $46^m,36$, forme l'arête culminante du seuil. L'intervalle qui sépare ces deux chaînes, distantes de 6,900 mètres, est occupé par le chott Hameïmet, qui s'incline doucement vers la Méditerranée. A 525 mètres à l'ouest du point culminant, commence le petit chott Oued Melah, qui descend vers la sebkha El-Djerid, dont il est le prolongement.

Entre Oudref et Gabès on trouve quelques bancs de grès et de calcaires. J'ai déjà dit qu'on en trouvait également à l'oued Akarit; mais, dans la dépression et dans les environs de la dépression de l'oued Melah, on ne trouve absolument aucune trace de roches dures. Près de la mer la rivière s'est creusé un lit assez profond et coule en certains endroits à 7 ou 8 mètres au-dessous du sol. Partout les berges à nu ne laissent voir que du sable. Dans les parties inférieures de ces berges d'érosion, on trouve cependant en quelques endroits des macignos en voie de formation, disposés par couches régulières de 1 à 3 centimètres d'épaisseur. Ces macignos proviennent de l'agglomération du sable, cimenté par le sulfate de chaux, sous la pression des couches supérieures. Ils sont tendres, friables, s'émiettent entre les doigts, et, ce qui prouve bien qu'ils se sont formés sur place, se présentent par feuillets absolument horizontaux.

M. le docteur Stake, géologue en chef à l'institut de Vienne, a fait en 1875 une rapide exploration à l'isthme de Gabès. Dans le travail qu'il a présenté au troisième groupe du Congrès international de géographie, il reconnaît que, dans la partie du seuil située au-dessus du niveau *zéro*, on ne rencontre, en fait de roches assez dures, que quelques calcaires d'eau douce, disposés par assises ayant très-peu d'épaisseur et la plupart du temps fort crevassées. Ce sont les roches dont je viens de signaler l'existence au sud d'Oudref et à l'oued Akarit; mais, je le répète, on n'en trouve aucune trace dans l'oued Melah, et il n'est pas étonnant que cette circonstance ait échappé à M. Stake, qui n'a pu étudier en détail toutes les parties de l'isthme de Gabès.

En terminant ce chapitre, je dois rappeler que toutes les altitudes que nous donnons sont comptées à partir du niveau de la marée basse du golfe de Gabès. Le niveau qui s'établira dans la mer intérieure ne sera cependant ni celui de la marée basse ni celui de la marée haute, mais, à très-peu de chose près, la moyenne entre ces deux niveaux. Prenons comme exemple ce qui se passe aux lacs Amers. De nombreuses observations faites par les ingénieurs de la compagnie de Suez sur le niveau de la Méditerranée, de la mer Rouge et des lacs Amers ont donné les résultats suivants, qui sont rapportés à un plan de comparaison passant à 20 mètres au-dessous du niveau des plus hautes mers connues à Suez :

			Différences.
Port-Saïd. . .	plus basses mers connues.	$17^m,66$	$1^m,14$
	plus hautes.	$18^m,80$	
Lac Timsah .	plus basses mers connues.	$18^m,08$	$0^m,43$
	plus hautes.	$18^m,51$	
Lacs Amers .	plus basses mers connues.	$17^m,99$	$0^m,44$
	plus hautes	$18^m,43$	
Suez.	plus basses mers connues.	$16^m,76$	$3^m,24$
	plus hautes.	$20^m,00$	

En prenant pour chacun de ces points la moyenne entre les plus hautes et les plus basses mers connues, on trouve :

Port-Saïd.	$18^m,230$
Lac Timsah.	18 285
Lacs Amers.	18 210
Suez.	18 330

On voit donc, d'une part, que les variations de niveau sont bien moins sensibles dans les bassins intérieurs du lac Timsah et des lacs Amers que sur le littoral de la Méditerranée et de la mer Rouge, et, d'autre part, que le niveau moyen de ces bassins diffère peu du niveau moyen des mers avec lesquelles ils sont en communication. Nous sommes donc en droit de croire que les choses se passeront ainsi dans la mer intérieure. Le niveau qui s'y établira sera, à peu de chose près, la moyenne entre celui de la marée basse et celui de la marée haute dans le golfe de Gabès, et rigoureusement nous pourrions, en conséquence, diminuer de 1 mètre au moins toutes nos altitudes, c'est-à-dire que celle du point culminant du seuil de Gabès, par exemple, ne serait plus que de $45^m,36$, au lieu de $46^m,36$.

IIIe PARTIE.

IDENTITÉ DU BASSIN DE LA CHOTT ET DE LA BAIE DE TRITON.

C'est une opinion très-généralement répandue chez les habitants de l'oued Rhir, du Souf, du Djerid et du Nifzâoua, que les eaux de la mer occupaient les bassins des chotts à une époque qu'ils ne peuvent préciser, mais qu'ils considèrent comme antérieure à la naissance du Prophète. Avant d'examiner les différentes traditions qui se sont transmises d'âge en âge parmi ces populations, il convient d'étudier les auteurs anciens qui ont laissé des renseignements sur l'histoire et la géographie de l'Afrique.

Hérodote, qui écrivait vers l'an 456 avant Jésus-Christ, est le premier qui ait donné des détails géographiques sur le lac Triton. Dans le livre IV de son *Histoire*, il décrit successivement, en allant de l'orient vers l'occident, les peuples qui habitent la côte septentrionale de l'Afrique. « Après les Lotophages, dit-il, viennent les Machlyes, qui mangent aussi du lotus; leur pays s'étend jusqu'au fleuve Triton, qui se jette dans le grand lac ou golfe [1] de Triton, dans lequel est l'île de Phla. » Il raconte ensuite que Jason fut poussé par la tempête sur les côtes de la Libye, et qu'il se trouva dans les bas-fonds de la baie de Triton avant de découvrir la terre; un triton lui montra le moyen de sortir de ce passage dangereux. Cet épisode du voyage des Argonautes avait déjà été mentionné

[1] Le mot λίμνη, employé par Hérodote, signifie à la fois *lac intérieur* et lac attenant à la mer, par conséquent *baie, golfe*.

par Pindare[1], qui écrivait quelques années plus tôt. Hérodote nous apprend encore que les Libyens qui habitaient sur le bord occidental du lac Triton étaient des peuples laboureurs, tandis que ceux qui habitaient sur le bord oriental étaient des peuples nomades et bergers. Cette particularité est confirmée par Scylax. Il n'y a que les peuples laboureurs en effet qui bâtissent des villes, et nous verrons que ce géographe place la ville des Libyens sur le bord occidental du lac Triton. Ce qui ressort des récits d'Hérodote et ce qu'il est essentiel de noter, c'est d'abord que le grand lac de Triton communiquait avec la mer, puisque le vaisseau de Jason y fut jeté par la tempête; c'est ensuite qu'il ne parle pas de la Petite-Syrte, dont le nom n'apparaît que plus tard, et qui semble avoir été désignée, en même temps que le lac, sous la dénomination collective de *grand lac* ou *grande baie de Triton.*

Après Hérodote vient Scylax, auteur du *Périple de la Méditerranée,* qui écrivait vers le IIe siècle avant l'ère chrétienne. Dans sa description de l'Afrique, il cite l'île Brachion[2], où croît le lotus, et l'île de Cercinna, où il y a une ville du même nom. « Vers l'intérieur des terres, ajoute-t-il, se trouve le grand golfe de Triton[3], qui renferme la Petite-Syrte, surnommée de Cercinna, et le lac Triton avec l'île Triton, ainsi que l'embouchure d'un fleuve du même nom. L'entrée du lac est étroite; on y voit une île au reflux de la mer, et souvent alors les vaisseaux ne peuvent plus y pénétrer. Ce lac est considérable; les bords en sont habités par les peuples de Libye dont la ville est située sur la côte occidentale. » Les savants sont d'accord pour reconnaître dans les îles Brachion et Cercinna les îles actuelles de Djerba et de Karkenah, entre lesquelles se trouve l'entrée du golfe de Gabès. La Petite-Syrte était donc évidemment le golfe de Gabès; le lac Triton occupait le bassin des chotts; la Syrte et le lac, réunis par une communication assez étroite, formaient ensemble le grand golfe de Triton. L'île basse qu'on voyait dans la communication au moment du reflux était sans doute formée par les sables qui s'y amoncelaient. Quant

[1] IV, 44 et seq.

[2] D'après Mannert, la véritable leçon serait *νῆσος Λωτοφάγων, île des Lotophages.* C'était probablement l'île des Lotophages où Homère conduit Ulysse. Plus tard Strabon, Pline, Solin l'appellent *île de Menina.* C'est l'île de Djerba de nos jours.

[3] *Κόλπος μέγας Δρονίτης.* D'après Vossius, il faut lire *Τριτωνίτης.*

à l'île Triton, elle était évidemment la même que l'île de Phla d'Hérodote. Où était-elle située? Sir Grenville Temple, M. Guérin, M. Duveyrier l'identifient avec le Nifzâoua. J'avais émis la même opinion, mais nos derniers travaux de nivellement ont démontré qu'aucune partie du Nifzâoua ne pouvait à l'époque d'Hérodote être complétement entourée par les eaux, à moins toutefois qu'il ne s'y soit produit un soulèvement postérieur. Des traditions anciennes[1], consignées sur plusieurs cartes de la collection Gosselin de la bibliothèque Nationale, placent vers la région de Biskra une île *Esperie* dont il est également question dans le *Monde primitif* de Court de Gébelin. Ne serait-ce pas la même que l'île de Phla ou de Triton? Mais quelle que soit la difficulté que nous ayons de retrouver la position exacte de cette dernière île dans le bassin actuellement desséché des chotts, il n'en est pas moins certain qu'elle ne pouvait être située dans le golfe de Gabès, puisque les îles de Karkennah et de Djerba, les seules de ce golfe, sont citées en même temps qu'elle dans les textes anciens. Elle se trouvait donc nécessairement dans un bras de mer qui n'existe plus de nos jours.

Quelques auteurs cependant, ne voulant pas admettre que le bassin des chotts ait jamais communiqué avec la Méditerranée, ont été amenés à ne voir dans l'ancienne baie de Triton que la partie du golfe de Gabès comprise entre les îles de Karkennah, de Djerba et le littoral actuel. Mais ils se sont alors trouvés fort embarrassés de l'île de Phla ou de Triton. Voici, par exemple, ce que nous trouvons dans Mannert, qui nie l'ancienne communication[2] : « Il y a une île dans le lac Triton. Elle s'appelle Phla pour le moment; plus tard on l'appellera Meninx. » Malheureusement pour la thèse qu'il soutient, ce géographe vient de reconnaître[3] que l'île de Meninx ou île de Djerba actuelle n'est autre que l'île des Lotophages et l'île de Brachion. Il se met donc en contradiction flagrante avec lui-même. Tous ceux d'ailleurs qui ont défendu la même opinion se sont trouvés dans cette alternative : ou de ne tenir aucun compte de la mention qu'Hérodote et Scylax ont faite des îles de Phla et de Triton, ou de les identifier soit avec Djerba

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 2e semestre 1874, p. 218.

[2] *Géographie ancienne des États barbaresques*, d'après l'allemand de Mannert, par Marcus et Duesberg, t. XII, p. 177.

[3] *Idem*, t. XI, p. 157.

(Meninx), soit avec Karkennah. Mais alors que deviennent les îles des Lotophages et de Brachion des mêmes auteurs anciens?

De même qu'Hérodote, Scylax désigne encore la Petite-Syrte et le lac Triton sous le nom collectif de *grand golfe de Triton*, mais il écrit trois cents ans plus tard : la communication qui les réunit étant devenue étroite, on les désigne déjà en même temps par des noms particuliers.

Pomponius Melas écrivait vers l'an 43 de Jésus-Christ, environ deux siècles après Scylax. « Le golfe de la Syrte, dit-il, est dangereux non-seulement à cause des bas-fonds, mais encore à cause du flux et du reflux de la mer. *Au delà* de ce golfe est le grand lac Triton, qui reçoit les eaux du fleuve Triton. On l'appelle aussi lac de Pallas. » Le lac et la Syrte ne communiquent plus entre eux; cela ressort clairement de ce passage; le niveau des eaux a baissé par l'évaporation, et l'île Triton a disparu. Dans le chapitre VI du même auteur, chapitre consacré à la description de la Numidie, dont Cirta (Constantine) était la ville la plus importante, on lit le remarquable passage suivant : « On assure qu'à une assez grande distance du rivage, vers l'intérieur du pays, il y a des campagnes stériles où l'on trouve, s'il est permis de le croire, des arêtes de poissons, des coquillages, des écailles d'huîtres, des pierres polies telles qu'on en tire communément de la mer, des ancres qui tiennent aux rochers, et autres marques et indices semblables qui prouvent que la mer s'étendait autrefois jusque dans ces lieux. »

Ce texte n'est-il pas frappant? Dans ces campagnes stériles situées vers l'intérieur du pays, au sud de Constantine, ne reconnaît-on pas le Sahara algérien, qui commence à Biskra? Ces cailloux arrondis par les flots de la mer, ces coquillages, ces ancres abandonnées, ne sont-ils pas des témoins irrécusables de la présence récente de la mer? Il n'y a pas longtemps en effet qu'elle s'est retirée, puisque Scylax décrivait encore l'entrée de la baie. Sur certains points, comme à El-Feidh, où le terrain avoisinant les chotts s'élève en pente insensible, les flots en se retirant ont laissé à découvert des zones d'une largeur de plusieurs kilomètres. C'est là que les voyageurs trouvent les vestiges qui excitent leur étonnement; mais bientôt les ancres seront recueillies par les indigènes, les cailloux roulés et les coquillages seront entraînés par les torrents jusque dans le fond du lit desséché des lacs ou recouverts par les sables, et disparaîtront pour la plupart.

Arrivons maintenant à Ptolémée, qui écrivait vers la fin du IIe siècle et qui nous fournit de précieux renseignements sur la géographie de l'Afrique. Dans sa table IVe, consacrée à l'Afrique intérieure, Ptolémée fait la description suivante du Gir : « C'est d'abord le Gir, qui aboutit d'un côté au mont Usargala et de l'autre à la gorge Garamantique; le fleuve a un embranchement qui va former le lac des Tortues; le Gir, se perdant alors, reparaît plus loin et forme une autre rivière dont l'extrémité occidentale va former le lac Nuba. » Déjà le voyageur Shaw avait cru reconnaître le Gir de Ptolémée dans l'oued Djeddi, qui prend sa source au Djebel-Amour, arrose Laghouat et vient se jeter dans le chott Melrir après un parcours de plusieurs centaines de kilomètres. M. Vivien de Saint-Martin, dans son ouvrage *le Nord de l'Afrique ancienne*, n'hésite pas à admettre que le Nigris décrit par Pline et le Gir de Ptolémée ne sont qu'un seul et même fleuve, l'oued Djeddi, que par conséquent le lac des Tortues ne peut être que le chott Melrir. M. Duveyrier de son côté arrive à la même conclusion. Ces deux écrivains remarquent d'ailleurs que, dans l'énumération des villes situées sur le cours du Gir, Ptolémée cite *Thykimath, Ghéoua, Iskhéri;* ils font ressortir l'identité de ces noms avec ceux de *Tadjemout, Laghouat, Biskra,* et la similitude des positions relatives que ces différentes villes occupent sur les cours du Gir et de l'oued Djeddi. Ajoutons que Ptolémée place également *Lynxama* à l'est d'Iskhéri, et que le nom et la position de cette ville concordent avec le nom et la position de Lyæna, qui était encore, au temps de Shaw, le plus riche des villages au nord du chott Melrir.

Ptolémée, de même que Pline, fait sortir le Gir du lac des Tortues, et lui fait remonter souterrainement le bassin de l'oued Rhir ou Iguarghar. Or M. Duveyrier établit[1] que le mot berbère *gher, ghir,* et par corruption *nigher, nighir,* signifie « bassin hydrographique. » Les auteurs grecs et latins, ne se rendant pas bien compte de la signification de ces mots, les faisaient, par un pléonasme, précéder du vocable *fleuve;* c'est ce qui explique le grand nombre des cours d'eau que les anciens ont appelés *Niger* ou *Nigris.* Dans le sens attribué généralement au mot *fleuve,* la description de Ptolémée serait fausse; mais si l'on restitue au mot *gir* son véritable sens de « bassin hydrographique, » elle est très-exacte, et le Gir

[1] *Touaregs du Nord,* 469.

représente le bassin de l'oued Djeddi réuni à celui de l'Iguarghar par le lac des Tortues ou chott Melrir.

Dans sa seconde table de l'Afrique, Ptolémée énumère les montagnes de l'Afrique proprement dite et cite le mont Usaletus, où prend sa source le fleuve Triton sur lequel se trouvent plusieurs lacs : le lac de Triton, le lac de Pallas et le lac de Libye. Il dit encore qu'au pied du mont Usaletus commence le désert de Libye. Il nomme ensuite les nombreuses villes de l'Afrique, parmi lesquelles il cite Tisurus (Tôzeur), qu'il place entre le mont Usaletus et la mer. Deux nouveaux lacs apparaissent donc dans Ptolémée, le lac de Libye et le lac des Tortues, qui n'est autre que le chott Melrir. N'y a-t-il pas lieu d'en conclure que le niveau des eaux a continué de baisser, et que le grand bassin primitif s'est subdivisé en plusieurs bassins distincts?

Dans la même table, Ptolémée cite, le long de la Petite-Syrte, Macadoma, les embouchures du fleuve Triton, Tacape. Nous avons vu au chapitre précédent que les Arabes, en souvenir de l'ancienne communication, désignent actuellement les deux rivières distinctes qui en occupent le lit sous le nom unique d'oued Melah. Il n'est donc pas étonnant que, par la même raison, ces cours d'eau aient été désignés sous le nom de fleuve Triton à l'époque où le lac Triton existait encore. Quant au grand fleuve Triton qui, d'après Ptolémée, prenait sa source au delà de Tôzeur, au mont Usaletus, et qui, d'après Hérodote, séparait les peuples laboureurs qui habitaient la rive occidentale, des peuples nomades qui habitaient la rive orientale, il devait être un des grands fleuves qui tombent dans le chott Melrir ou dans le chott Rharsa. Le texte d'Hérodote semblerait indiquer une direction générale nord-sud ou sud-nord. Je me bornerai à faire remarquer que l'oued Tarfaoui, qui se jette dans le chott Rharsa et sur la rive orientale duquel s'étendent de vastes terres de parcours, fréquentées encore aujourd'hui par les nomades, conviendrait assez bien aux deux textes à la fois.

Résumons en quelques mots le résultat de ces recherches. A l'époque d'Hérodote, les lacs sont en communication avec la mer par une large ouverture. La Petite-Syrte et le lac Triton sont connus sous le nom collectif de *grande baie de Triton*. Dans cette baie est une île appelée Phla. A l'époque de Scylax, la Petite-Syrte et le lac Triton sont encore désignés sous ce même nom collectif; mais la communication qui les relie étant devenue étroite, le golfe et le

lac sont déjà distingués par les noms particuliers de *Petite-Syrte* et de *lac Triton*. L'île de Phla existe toujours dans le lac sous le nom d'*île Triton*. A l'époque de Pomponius Melas, la communication entre le lac et la Syrte a disparu. Le lac Triton est au delà de la Syrte dans l'intérieur des terres. Le nom de *lac Pallas* apparaît à côté de celui de *lac Triton*. On n'est pas encore bien éloigné de l'époque de Scylax, et les voyageurs trouvent sur le rivage laissé à découvert des traces de la présence récente de la mer. Puis on arrive à Ptolémée : les eaux ont continué à baisser; elles se sont définitivement fixées dans les dépressions les plus profondes de l'ancien lit. Le bassin primitif s'est subdivisé. On voit apparaître le *lac des Tortues* et le *lac de Libye* à côté des lacs Pallas et Triton, et Ptolémée place l'embouchure du fleuve Triton au point où aboutissait l'ancienne communication.

Dans toutes les traditions répandues chez les habitants de la région des chotts, on retrouve le souvenir plus ou moins précis de l'existence de la baie de Triton. Je citerai d'abord un passage d'une lettre qui m'a été adressée en 1875 par un des membres de la première mission de nivellement, M. le capitaine Martin, qui était alors détaché dans l'oued Rhir : « Sidi Mohammed Sahia ben Goual est venu s'asseoir dans ma tente, et, après être resté quelques instants à me regarder en silence, m'a dit : « On raconte dans nos « tribus que vous voulez faire venir la mer dans notre pays : ce se- « rait une grande chose ! » Je le priai de m'apprendre ce qu'il savait sur l'ancien état physique du Sahara et en particulier sur l'hydrographie de cette contrée. Il me traça alors avec beaucoup de clarté le cours des principales rivières ; il m'apprit qu'anciennement il y avait beaucoup d'eau dans le chott Melrir et que les rivières venant des montagnes, telles que l'oued Biskra et l'oued El-Arab, s'y rendaient, charriant, à l'époque des grandes pluies, d'énormes troncs d'arbres. Et comme je lui demandais quel était le déversoir de ce grand bassin : « La mer, me répondit-il; les eaux s'écou- « laient en Tunisie, dans le chott Rharsa, du côté de Sméa, Bir « Rabou, etc. »

Un voyageur qui est allé dans le Djerid, déguisé en Arabe, M. Gasselin, y a recueilli des légendes d'autant plus intéressantes que les Arabes à ce moment ne connaissaient pas sa nationalité et s'exprimaient devant lui avec la plus entière franchise. Voici quelques passages de son journal de marche :

« Nefta, 3 février 1875. — Sidi Hafnaoui me demande si j'ai entendu parler du projet de la mer intérieure que les Français comptent faire. Je lui réponds qu'au Souf on en parlait, et que l'opinion des Souafa était généralement contraire au projet. Sidi Hafnaoui me déclara alors que, quant à lui, il croyait fermement à la réussite; et comme, pour ne pas me trahir et apprécier en même temps l'étendue de ses connaissances, je feignais de ne pas comprendre, il prit la peine de m'expliquer le projet, s'aidant de dessins qu'il traçait sur le sol à l'aide de son doigt. Il m'expliqua que la mer n'était séparée du chott Djerid à Gabès que par une sorte de barrage peu large que les Français pourraient aisément venir à bout d'abattre, afin d'établir la communication entre la mer et la sebkha.

« Autrefois, ajouta-t-il, la mer que les Français veulent faire a « existé, et la tradition qui nous a été transmise par nos pères as- « sure que Nefta était naguère un port. La mer intérieure, dit-il, « ira jusqu'au delà de l'oued Rhir et franchira sans peine les mon- « tagnes de sable qu'elle rencontrera et qui pour la plupart sont « au-dessous du niveau de la mer. » Pour finir, Sidi Hafnaoui me dit : « Il suffit que les Français se mettent à la tête de ce projet « pour que j'aie une entière confiance dans sa réussite, car ils sont « très-forts, et ceux qui ont pu percer l'isthme de Suez pourront « parfaitement inonder nos chotts en établissant entre eux et la Mé- « diterranée un passage qui a dû certainement exister autrefois, si « notre tradition est exacte. Notre pays n'aura qu'à y gagner, si ce « projet aboutit. »

« Cette opinion favorable m'a été confirmée plus tard par d'autres personnages influents de Nefta, tels que Sidi Hussein, frère du marabout de Tolga, Sidi Ali ben Amor, son fils, et Sidi el Hadj Taïeb, son neveu, riche propriétaire, etc. etc.

« Sidi Hussein, me parlant de la mer intérieure, me dit: « La « tradition veut que Nefta ait été autrefois port de mer. A cette « époque la ville aurait été au pouvoir des Abadias, qui sont « encore aujourd'hui représentés par les habitants du Mzab. « Les Abadias anciens furent convertis à l'islamisme par Sidi « Bou Ali, grand saint, patron de Nefta, qui est enterré dans « les jardins de palmiers, au sud-ouest de la ville. D'après la tra- « dition, la mer baignait autrefois le pied même du tombeau de « Sidi Bou Ali. »

M. Ch. Tissot donne, dans la notice qu'il va publier, les renseignements suivants, qui ont un remarquable caractère de précision :

« On a surnommé Nefta *Mersat el Sahara*, le port du désert, et cette épithète, qui n'est plus aujourd'hui qu'une figure, a pu être rigoureusement vraie à une autre époque. J'ai déjà fait allusion à la tradition qui place à Chattân ech Cheurfa l'ancien port de Nefta. Sidi Ali Sâssi, kadi du Djerid, m'a affirmé qu'on y avait trouvé, vers la fin du siècle dernier, un navire d'une forme particulière; d'après la description qu'il m'en a donnée, ce navire ne pouvait être qu'une galère antique. Deux habitants de Nefta qui avaient assisté, dans leur enfance, à cette exhumation, vivaient encore à l'époque de mon premier voyage au Djerid, et leur témoignage a été recueilli dans une lettre de Sidi Ali Sâssi, dont je donne un extrait à la fin de cette notice.

« Toutes les traditions locales s'accordent d'ailleurs à affirmer que la mer arrivait autrefois jusqu'à Nefta et que le chott était un vaste bassin, complétement inondé, navigable et en communication avec le golfe de Gabès. D'après une légende que j'ai recueillie à Telmin, dans le Nifzâoua, Skander Dhou'l Kourneïn, venu d'Orient jusqu'à Metouïa, une des oasis des environs de Gabès, aurait séparé cette mer intérieure de la Méditerranée en créant, par ses enchantements (*bel hakma*), l'isthme, et l'aurait transformée ainsi en une simple sebkha. C'est depuis ce temps, ajoute la légende, que *Metouïa* porte son nom, qui vient de *Metoua* « fermer, séparer ». On sait que *Skander Dhoul' Kourneïn*, « Alexandre aux deux cornes, » est le héros antéislamique par excellence, et représente le conquérant phénicien aussi bien que le fils de Jupiter Ammon.

« Il n'est pas douteux que ces traditions n'aient conservé le souvenir d'un état de choses dont l'aspect des lieux permettrait d'affirmer l'existence, même en l'absence des preuves historiques qui le constatent. Il suffit d'avoir vu le chott El-Djerid pour y reconnaître une ancienne lagune séparée du golfe de Gabès, avec lequel elle communiquait autrefois par un isthme de formation relativement récente, créé, selon toute apparence, par un de ces soulèvements si fréquents sur la côte septentrionale d'Afrique. En rapprochant de l'étude des lieux celle des textes antiques qui se rapportent au lac Triton, j'avais été conduit à des conclusions

analogues à celles que M. le capitaine Roudaire a développées depuis cette époque. »

Extrait d'une lettre de Sidi Ali Sâssi, kadi du Djerid et bach mufti de Nefta.

. . . « Quant à la profondeur de la sebkha, j'ai demandé à Mahdi ben Atia ech Cherif, vieillard de quatre-vingt-dix-huit ans, et à son cousin El-Hadj et Tahar ech Cherif, s'ils savaient quelque chose à ce sujet. Ils m'ont répondu que, dans leur jeunesse, ils avaient entendu dire à leurs pères que le chott était jadis une mer, mais que le fond s'en était élevé et qu'il était devenu une sebkha.

« Quant aux débris du navire, ils les avaient trouvés dans un endroit qui s'appelle *Ghattân ech Cheurfa*. Ces débris ont été mis en pièces pour faire du bois à brûler, et les deux individus dont il s'agit ont aussi trouvé des clous de navire. Voilà ce que j'ai entendu de leur bouche, et j'y ajoute foi entière. Ce fait confirme ce qu'a dit l'illustre imân Ebn Chebbat et Tôzri, dans son histoire, que la sebkha du Djerid était autrefois une mer qui s'étendait jusqu'à la mer de Gabès.

« Que Dieu nous dirige dans le bon chemin. Le pauvre envers son Dieu, le bach mufti de Nefta, a écrit ceci. »

Tous les récits que j'ai recueillis moi-même de la bouche des Arabes confirment ces citations. Ainsi que M. Tissot, j'ai entendu parler plusieurs fois des navires trouvés dans l'ancien port de Nefta. En me voyant commencer le nivellement par l'oued Akarit, le cheik Bel Kassen ben Alizidi me dit : « Tu fais un travail inutile, tu as tort d'aller ailleurs qu'à l'oued Melah; c'est là que tu trouveras le chemin le plus direct et le moins élevé, parce que c'est celui que suivait autrefois la mer pour aller dans les chotts. » Or l'oasis de Metouïa, qui vient de *Metoua*, « fermer, séparer, » et qui, d'après la légende, porte ce nom depuis que la communication n'existe plus, est située tout près de l'oued Melah.

Les Arabes m'ont désigné également le marabout de Sidi Hassen Aïet, près de Nefta, et le village de Teumbib, dans le Nifzâoua, comme étant d'anciens ports. Le cheik de Kbilli m'a dit qu'il existait encore un livre écrit par un nommé Ioussa Benoun, qui était autrefois capitaine de la mer à Nefta. Malheureusement les tentatives que j'ai faites pour me procurer ce manuscrit sont jusqu'à ce jour restées sans résultat.

Il existe en outre dans la grande mosquée de Nefta des chroniques relatives aux premiers temps de Djerid. M. Gasselin s'en est procuré un extrait, copié sur l'original par le nommé Sidi Brahim ben Nacer, notable de cette ville. En voici la traduction :

LOUANGE A DIEU !

Nefta est une ville très-ancienne qui était autrefois au pouvoir des rois du Moghreb (Occident). Ses habitants avant l'islamisme étaient berbères (*beraber*).

Le fondateur de Nefta fut Kostel [1], fils de Sem, fils de Noé, qui lui donne le nom de Nefta, qui s'applique à l'ensemble des régions composant le Djerid, parce que ce fut là que les eaux bouillonnèrent la première fois après le déluge.

Après Kostel ben Sam (fils de Sem), ben Nouh (fils de Noé), Nefta devint possession héréditaire de différents rois. La première ville construite après Kostila (ville ainsi nommée du nom de son fondateur Kostel) fut la ville de Zaafran, ville puissante dans son temps. Son roi, car elle avait un roi, était brave et il étendit son royaume jusqu'au fond du Maroc.

Nous avons trouvé dans quelques chroniques qu'il y avait à Zaafran un port. La mer baignait les remparts de cette ville. On s'embarquait à Masr (au Caire), et les voyageurs débarquaient à Zaafran. Aujourd'hui la mer s'est retirée, et il est resté une grande surface recouverte de sel.

La ville de Zaafran exista longtemps, très-longtemps et tomba en ruines. Alors s'éleva la ville de Ferchan, dont les habitants étaient berbères. Elle était sous la dépendance du roi Goba, roi du Djérid. Le nom de Nefta continuait à être général à toute cette région, etc. etc.

Il y a encore au sud de Nefzâoua une oasis qui porte le nom de Zaafran et qui, d'après les Arabes, aurait été autrefois une ville considérable. Au nord du chott El-Asloudj, à l'ouest de Negrine, est située l'oasis de Ferkan, où l'on trouve des ruines très-importantes et très-anciennes.

En rapprochant ces traditions si précises de l'étude attentive que nous avons faite des textes anciens, il est impossible à tout esprit impartial de ne pas admettre comme démontré que le bassin des chotts était encore, vers le commencement de l'ère chrétienne, en communication avec la Méditerranée et formait la grande baie de Triton. Nos travaux de nivellement font en même

[1] D'après la Bible, aucun des fils de Sem ne porta ce nom.

temps ressortir la justesse de cette opinion. En certains points, comme sur le littoral ouest du chott Melrir, nous avons trouvé, au niveau même de la mer, des traces d'érosion qui ont échappé à l'action destructive des vents et qui témoignent de l'existence d'un ancien rivage.

On a objecté qu'on ne rencontrait dans le bassin des chotts ni fossiles ni animaux marins établissant à une époque quelconque l'existence de la mer dans ce bassin. J'avais déjà répondu à l'avance que ces vestiges ont dû être enfouis sous les alluvions ou sous les couches de sable déposées par les vents. Telle est également l'opinion de M. Virlet d'Aoust[1]. M. de Quatrefages a bien voulu, en outre, faire remarquer à la Société de géographie[2] que la mer intérieure communiquant avec la Méditerranée par un chott goulet, ses eaux se renouvelaient en grande partie au moyen de cours d'eau douce, aujourd'hui disparus. Or on sait que le mélange d'eau douce avec l'eau de mer est fort peu favorable au développement des animaux marins et des mollusques en particulier. Ce fait est observé dans plusieurs mers intérieures alimentées par des fleuves.

IVe PARTIE.

APERÇU DES TERRASSEMENTS À EXÉCUTER.

Comment la baie de Triton s'est-elle séparée de la Méditerranée ?

Dans une communication à l'Académie des sciences[3], M. Virlet d'Aoust a émis l'opinion que le seuil de Gabès aurait peut-être été produit par un soulèvement récent qui se rattacherait au système de soulèvement du Ténare, de l'Etna et du Vésuve, en faisant remarquer que la ligne du système volcanique de l'île de Sardaigne qui lui est parallèle, prolongée par le sud, irait précisément correspondre aux collines qui interrompent aujourd'hui la communication de la baie de Triton avec la Méditerranée. « Si l'idée de rattacher le soulèvement de ces collines au système du Ténare était fondée, ajoutait M. Virlet d'Aoust, il en résulterait que l'époque de soulèvement de ce système, que M. Élie de Beau-

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 2e semestre 1874, p. 794.
[2] *Explorateur* du 27 juillet 1876, p. 103.
[3] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 2e semestre 1874, p. 794.

mont a reconnue être très-moderne, serait ainsi fixée à une époque postérieure à l'expédition des Argonautes. L'histoire servirait donc ici à fixer la date de cet événement géologique.

Avant d'avoir exploré le seuil de Gabès, je croyais, d'après les récits de quelques voyageurs, qu'il était uniquement formé d'un cordon littoral de dunes très-basses, et j'attribuais sa création à l'amoncellement des vases et des sables amassés aux bas-fonds du golfe et déposés par les vagues de marée. Ce cordon, se modifiant peu à peu sous l'influence des vents de sud-ouest qui y versaient les sables du désert, se serait ensuite transformé en dunes irrégulières et mamelonnées.

Ces faits ont dû nécessairement se produire. Les vases déposées par la mer ont contribué à la largeur de l'isthme, les sables apportés par les vents à son élévation, mais je suis convaincu maintenant qu'il y a eu en même temps soulèvement; aussi, dans le rapport provisoire que j'ai eu l'honneur de vous adresser, me fondant sur des considérations géologiques analogues à celles qu'a fait valoir M. Virlet d'Aoust, j'ai émis l'idée que ce soulèvement pourrait se rattacher à celui des couches marines de Cagliari en Sardaigne, qui sont actuellement à 90 mètres au-dessus du niveau de la mer et dans lesquelles on a trouvé de nombreux fragments de poterie.

Le soulèvement a-t-il été brusque ou s'est-il produit lentement? C'est une question sur laquelle j'hésite à me prononcer. M. Fuchs a constaté[1] que le seuil de Gabès a subi un relèvement récent, qu'il estime n'être que de 12 ou 15 mètres, et auquel par conséquent il n'attribue qu'une influence insignifiante sur le desséchement du lac. M. Fuchs, en effet, n'a trouvé que jusqu'à la cote 15 des coquillages appartenant à des espèces actuellement vivantes dans la Méditerranée. Mais si le soulèvement s'est produit très-lentement, il est facile de comprendre que ces coquilles aient presque complétement disparu des parties du seuil émergées depuis très-longtemps, soit qu'elles aient été entraînées par les eaux, soit qu'elles aient été recouvertes par les dépôts de sable; tandis que, dans les parties inférieures découvertes en dernier lieu, on doit les trouver en nombre d'autant plus grand qu'on se rapproche plus du littoral.

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 2e semestre 1874, p. 352.

La théorie d'un soulèvement lent aurait d'ailleurs l'avantage d'être d'accord avec les textes anciens, dans lesquels nous avons vu la communication se rétrécissant graduellement, avant de s'oblitérer. Mais nous n'aurons pas la témérité de trancher une question que les ingénieurs géologues spéciaux pourront seuls élucider après une étude sérieuse et approfondie. Notre rôle principal consistait, après avoir précisé la topographie actuelle du bassin des chotts, à grouper et à mettre en évidence les preuves de toute nature qui démontrent que ce bassin est bien l'ancienne baie de Triton.

Quel que soit d'ailleurs l'intérêt qui s'attache à la solution du problème historique et géologique, ce qui importe avant tout au point de vue pratique, c'est de connaître les difficultés à vaincre pour transformer en mer intérieure le bassin actuel des chotts.

Ce bassin se subdivise en trois bassins distincts :

1° Le bassin du chott Melrir, dont la profondeur moyenne au-dessous du niveau de la mer est de 24 mètres, la superficie de 6,700 kilomètres carrés, et dont la capacité est par conséquent de 160 milliards 800,000 mètres cubes;

2° Le bassin du chott Rharsa, dont la profondeur moyenne est de 24 mètres, la superficie de 1,350 kilomètres carrés et la capacité de 32 milliards 400,000 mètres cubes;

3° Le bassin du chott Djerid, dont la superficie est de 5,000 kilomètres carrés. Ce bassin est occupé par un lac recouvert d'une croûte solide dont le niveau est plus élevé que celui de la mer. Nous avons vu qu'il faudrait préalablement déverser ce lac dans le chott Rharsa, au moyen d'une tranchée faite dans le seuil de Kriz, pour rendre le chott El-Djerid accessible aux eaux de la Méditerranée.

La superficie des chotts Rharsa et Djerid n'est pas donnée avec la même précision que celle du chott Melrir. La raison en est facile à comprendre. Le chott Melrir a été complétement entouré par un nivellement qui a permis de déterminer avec précision les contours du bassin inondable. Il nous aurait été impossible de faire la même opération autour des chotts tunisiens; il eût fallu donner à nos nivellements un développement de près de 900 kilomètres, tandis que le personnel et les ressources dont nous disposions ne nous ont permis, au prix d'efforts incessants,

que d'atteindre le chiffre déjà considérable de 439 kilomètres. Du reste, le point essentiel était de déterminer exactement le relief des seuils et le niveau des chotts, ainsi que celui des oasis situées sur leurs bords. Il importe peu, en effet, dans les terrains vagues et incultes situés au nord du chott Rharsa ou au sud du chott Djerid, de connaître à 1 ou 2 kilomètres près la limite des bassins submersibles. Il suffit que l'étude topographique de la région ait démontré que ces bassins sont parfaitement délimités, et permette d'apprécier leur superficie avec l'approximation qu'exige le calcul des données qui nous intéressent, comme l'évaporation, le volume des eaux nécessaires au remplissage, etc.

L'évaporation jouant un rôle très-important dans la question, il est nécessaire d'entrer dans quelques détails sur les observations antérieures qui permettent de prévoir avec précision quelle sera annuellement la hauteur de la couche d'eau évaporée.

Au moment du remplissage des lacs Amers situés sur le parcours du canal de Suez, on construisit un déversoir destiné à régler l'introduction des eaux de la Méditerranée. « Du 7 au 15 juillet le déversoir n'avait fonctionné qu'avec un très-petit nombre d'aiguilles levées, et le niveau était resté stationnaire dans les lacs. L'introduction avait été déterminée par le calcul à 3,540,942 mètres cubes, soit, en chiffres ronds, à 400,000 mètres cubes par jour. Ce dernier chiffre donne donc la quantité d'eau absorbée par l'évaporation, qui, d'après la surface correspondante, produisait $0^m,003$ à $0^m,0035$ de dénivellation pendant vingt-quatre heures, et cela pendant le mois le plus chaud de l'année.

« Ce résultat justifiait les prévisions des ingénieurs, qui avaient déclaré que le chiffre de 0,020, admis comme chiffre moyen de l'évaporation en Égypte, ne serait jamais atteint, vu la couche d'air humide qui devait recouvrir la surface des lacs Amers, ainsi que le degré de salure des eaux[1]. »

Toutes les observations faites depuis cette époque ont donné sensiblement les mêmes résultats, et l'on doit admettre, avec les ingénieurs de la Compagnie de Suez, une moyenne générale de $0^m,003$ par jour, soit 1 mètre par an.

Le bassin des chotts et l'isthme de Suez étant à très-peu de chose près situés sous la même latitude et jouissant d'un climat

[1] Extrait du *Percement de l'isthme de Suez*, par L. Monteil, ingénieur de la Compagnie du canal de Suez, p. 157.

absolument analogue, nous devons admettre que l'évaporation qui se produira sur la mer intérieure sera la même que celle qui a été observée aux lacs Amers.

Le chiffre de $0^m,003$ est la moyenne générale de l'année. Les observations que nous avons faites dans les chotts avec l'évaporomètre de Piche nous ont prouvé que ce chiffre est au moins doublé les jours de sirocco.

Dans mes rapports précédents, j'ai signalé le parti énorme qu'on pourrait tirer du travail des eaux nécessaires au remplissage des bassins. Déjà à l'isthme de Suez de savants ingénieurs avaient songé à profiter de ce travail pour hâter le creusement du canal, en utilisant la vitesse du courant qui s'y établirait au moment de la submersion des lacs Amers, qui se trouvaient, sur une petite échelle, dans les mêmes conditions que les chotts. Voici ce qu'on lit à ce sujet dans une brochure intitulée : *Étude géologique de l'isthme de Suez dans ses rapports avec l'exécution du canal maritime*, par E. Tissot (Turin, 1865) :

« Des hommes d'une grande valeur et notamment M. Sciama, notre ingénieur en chef, ont songé à profiter de l'énorme travail dynamique qui résultera de ce remplissage des lacs Amers pour hâter le creusement du canal. Voici les considérations développées par M. Sciama.

« Le volume d'eau à jeter dans les lacs Amers pour les remplir jusqu'au niveau de la Méditerranée, abstraction faite de toute évaporation, imbibition, etc., est de 1,200 millions de mètres cubes. Or, si l'on ouvre, suivant l'axe du canal, à partir de la mer Rouge, une rigole de 22 mètres au plafond avec un tirant d'eau de 1 mètre, allant en s'inclinant du côté des lacs suivant une déclivité constante de $0^m,035$ par kilomètre, la vitesse d'écoulement qui en résultera sera en moyenne de $0^m,26$ et contre les parois de $0^m,20$ par seconde. Or les argiles tendres ne résistent pas à des vitesses supérieures à $0^m,15$; à plus forte raison les parois de la rigole considérée ne résisteront-elles pas à une vitesse de $0^m,20$, surtout si on les soulève et on les désagrége par des procédés mécaniques.

« Supposons donc que des socs de charrue se meuvent sur le plafond de cette rigole sous l'action d'une force motrice quelconque : il est clair que si ces socs de charrue soulèvent le terrain pour le rendre plus apte à être entraîné par le courant, les eaux

qui seront entrées limpides dans la rigole en sortiront pour pénétrer dans les lacs sous la forme d'un limon liquide qui ira se déposer sur le fond des lacs. La surface de ce fond étant de 100 millions 1/2 de mètres carrés, il faudrait 10 millions de mètres cubes de terres entraînées pour en surélever le fond de $0^m,10$, soit d'une quantité inappréciable; mais le volume des terrassements à exécuter entre Suez et les lacs Amers est de 9,640,000 mètres cubes seulement; on n'a donc rien à craindre du côté de l'encombrement des lacs.

« Comme moyens mécaniques, M. Sciama pense que huit appareils, soit huit coques de bateaux munis d'un appareil vertical susceptible de s'abaisser et de se relever à la demande, et armé, à son extrémité inférieure, de cinq socs de charrue de $0^m,60$ de largeur, pénétrant de $0^m,30$ dans le sol, soulèveront ensemble 35,000 mètres cubes par jour.

« A ce compte il faudrait 300 jours, soit une année à peine, pour extraire les 9,600,000 mètres cubes de terre à extraire au-dessous de la ligne d'eau dans cette partie. Or, à l'origine du travail, le débit de la rigole sera de 727,000 mètres cubes d'eau par jour, et lorsque la section aura été successivement agrandie jusqu'aux dimensions normales du canal maritime, le débit sera de 6.910,000 mètres cubes, soit en moyenne 3,820,000 mètres cubes par jour, c'est-à-dire que la proportion de limon entraîné n'atteindra pas le $\frac{1}{100}$ de l'eau débitée.

« Cette condition, jointe à la considération d'une vitesse de courant de $0^m,26$, donne bien des raisons de croire au succès d'une pareille entreprise, surtout si l'on songe que la vitesse de $0^m,26$ et la pente de $0^m,035$ par kilomètre sont des minima qui correspondent, en effet, à la basse mer de vive eau. Cette pente ira, en s'élevant progressivement sous l'influence des marées, jusqu'à atteindre deux fois par vingt-quatre heures celle de $0^m,11$ par kilomètre à laquelle correspondra une vitesse moyenne de $0^m,55$, de telle façon que les parties du terrain qui résisteront à la vitesse de $0^m,26$ pourront très-bien continuer leur chemin lorsque la vitesse ira en progressant jusqu'à atteindre $0^m,55$ par seconde.

« On peut se rendre compte, par ce qui a lieu dans les canaux du Nil qui charrient de si grandes quantités de limon avec des vitesses très-faibles, de la situation avantageuse où nous nous sommes placés. »

Le volume d'eau à jeter dans les lacs Amers était de 1,200 millions de mètres cubes; or la capacité des bassins du chott Melrir et du chott Rharsa est de 193 milliards de mètres cubes. Nous nous trouvons donc dans des conditions incomparablement plus avantageuses. Quel travail ne peut-on accomplir en utilisant le passage de ces énormes quantités d'eau?

J'ai dit que la croûte qui recouvre les eaux contenues dans le chott Djerid se trouve au-dessus du niveau de la mer. Dans les nivellements que nous avons exécutés, nous n'avons pu suivre que les bords ou les parties les plus élevées du chott, soutenues par des seuils souterrains ayant une certaine consistance. L'absence de points de repère sur les parties inabordables et absolument nues ne permettait pas de faire, à distance, des déterminations précises d'altitude. Cependant il nous a été possible de reconnaître, au moyen d'observations géodésiques, que le niveau du chott; dans les parties centrales, est compris entre les altitudes 0 et 6. C'est par des observations analogues que j'avais constaté en 1875 que le lit du chott Rharsa devait se trouver à 14 mètres au-dessous du niveau de la mer, à 6 kilomètres à l'est du point où nous nous étions arrêtés et où nous avions établi nos repères. Le dernier nivellement a prouvé que l'erreur commise n'avait été que de $1^m,15$. Les altitudes des points inabordables, déterminées par le même procédé, doivent donc inspirer une certaine confiance. Mais nous plaçant dans les conditions les plus défavorables, nous admettrons que l'altitude moyenne de la croûte supérieure du chott Djerid est de 15 mètres au-dessus du niveau de la Méditerranée.

Supposons maintenant que l'on ait percé le seuil de Kriz. Les eaux du chott Djerid se déverseront dans le chott Rharsa, et ce dernier, dont la contenance est de 32 milliards de mètres cubes, sera rempli jusqu'au niveau zéro lorsque le chott Djerid, dont la superficie est de 5 milliards de mètres carrés, aura baissé de $6^m,40$.

Si l'on a ménagé une tranchée dans les petits seuils qui séparent le chott Rharsa du chott Melrir, celui-ci commencera à son tour à se remplir. A un moment donné, lorsque le chott Djerid aura baissé de $24^m,06$, l'équilibre se fera dans les trois bassins, dont le niveau général au-dessous de la marée basse serait alors de $9^m,06$. Mais, ainsi que nous le verrons tout à l'heure, il faudra trois ans pour obtenir ce résultat, et comme pendant ce temps l'évapo-

ration n'aura cessé de se produire, le niveau des bassins se sera réduit de 3 mètres, et par conséquent se trouvera en réalité à 12 mètres au-dessous de la marée basse.

La croûte supérieure du chott el Djerid ne reposant plus sur les eaux, se sera désagrégée et dissoute, en s'affaissant, et les parties terreuses et salines qui la constituent se seront déposées au fond du bassin et seront recouvertes par les eaux. Les trois bassins se trouveront donc disposés pour recevoir les eaux de la Méditerranée, qui aura à leur fournir 156 milliards de mètres cubes pour compléter le remplissage. C'est à ce moment qu'il faudra leur livrer accès par la tranchée de l'oued Melah. Le niveau de l'eau dans les bassins étant alors de 12 mètres au-dessous de la basse mer, mais devant s'élever au fur et à mesure de l'introduction, on pourrait objecter qu'il sera impossible de profiter du travail des eaux pour approfondir à 12 mètres le canal de l'oued Melah. Mais je ferai remarquer que, la surface des bassins étant de 13,050 kilomètres carrés, le volume évaporé en un an sera de 13 milliards de mètres cubes. Or, au début de l'opération, l'introduction sera loin de contre-balancer l'évaporation. On pourra donc la première année jeter dans les lacs 13 milliards de mètres cubes sans que leur niveau s'élève. Cette énorme quantité d'eau sera bien suffisante pour donner à la tranchée de l'oued Melah les dimensions nécessaires, car le volume de sable qu'elle aura à entraîner ne sera, comme on le verra plus loin, que de 88 millions de mètres cubes, c'est-à-dire $\frac{1}{150}$ de son propre volume.

Après cet aperçu général nous allons entrer dans quelques détails sur l'établissement des canaux destinés à obtenir un premier écoulement. Nous les désignerons sous le nom de *tranchées initiales* ou *tranchées amorces*.

Seuil d'Asloudj. L'altitude du lit du chott El-Asloudj varie entre 1 et 2 mètres au-dessous du niveau de la mer. Ce petit chott, dont la surface est d'environ 80 kilomètres, formerait donc un bassin peu profond, et il faudra profiter du remplissage du chott Melrir pour faire creuser à travers son lit, en même temps qu'à travers les deux petits seuils d'El-Hania et de Dra Bou Douil, un chenal accessible aux vaisseaux.

Pour arriver à ce résultat, on creusera, suivant la ligne[1] IHGF

[1] Voir la carte.

EDC, une tranchée ayant une largeur de 4 mètres avec des talus à $\frac{2}{1}$ et dont le plafond au point I sera à 1 mètre au-dessous du chott Rharsa, et par conséquent à $2^m,50$ au-dessous du niveau de la mer. Ce canal s'inclinera vers l'ouest de $0^m,07$ par kilomètre. En débouchant dans le chott El-Asloudj il se trouvera à une profondeur de $1^m,17$ au-dessous du lit du chott, dans lequel il tracera par conséquent un sillon.

A partir du point D, situé sur le bord oriental du chott Mouiat Tofelat, il se prolongera par une simple tranchée ayant une profondeur constante de 1 mètre et suivant la pente naturelle du sol jusqu'au delà du point C, vers la cote — 12,24.

La vitesse moyenne[1] dans ce canal sera de $0^m,33$ par seconde et la vitesse au plafond de $0^m,25$. Cette vitesse, s'accroissant au fur et à mesure que la section de la tranchée augmentera elle-même, sera largement suffisante pour désagréger les argiles tendres du chott El-Asloudj et les sables des seuils, et les entraîner dans le chott Melrir.

On favorisera et l'on dirigera d'ailleurs, au besoin, l'action des eaux au moyen de procédés mécaniques. Le chenal définitif, pour suffire à tous les besoins de la navigation, devrait avoir une profondeur de 12 mètres au-dessous du niveau de la mer, une largeur au plafond de 50 mètres et des talus à $\frac{2}{1}$. La vitesse moyenne y atteindrait $1^m,32$ par seconde, pendant la période du remplissage, et son débit serait alors de 36 milliards 965 millions de mètres cubes en un an.

En ouvrant la tranchée amorce au point I, sur le bord du chott Rharsa, on utilisera bien le travail des eaux pour creuser un chenal navigable à l'ouest de ce point, mais dans toute la partie comprise entre I et K le chott Rharsa n'est pas assez profond lui-même pour être accessible aux vaisseaux. Il s'agit de trouver le moyen d'y faire également creuser par les eaux un chenal navigable. Pour cela il suffira d'établir, dans la tranchée du seuil de Kriz, un

[1] La vitesse moyenne est calculée au moyen de la formule

$$U = \sqrt{0{,}005163 + 3233\,RI} - 0^m{,}0718$$

tirée de l'équation du régime uniforme, dans laquelle on a fait entrer les coefficients calculés par Prony. U représente la vitesse moyenne, R le rayon moyen de la section liquide et I la pente moyenne par mètre. La vitesse au fond West calculée au moyen de la formule de Prony $U = 0{,}8\ V$ et de la formule de Dubuat $W = 2U - V$, dans lesquelles V représente la vitesse à la surface.

déversoir qui permettra de régler à volonté le niveau des eaux dans le chott Rharsa, de façon à le faire baisser au fur et à mesure que la tranchée d'Asloudj deviendra plus profonde, et à reporter par conséquent l'entrée des eaux dans cette tranchée successivement en arrière du point I au point K. Le niveau de l'eau dans le chott Rharsa sera à ce moment à 12 mètres au-dessous de celui de la mer, et un chenal de 12 mètres de profondeur aura été creusé à l'ouest du point K.

Le calcul des terrassements à exécuter pour creuser la tranchée initiale du seuil d'Asloudj donne les résultats suivants :

Section	IH	85,662 mètres cubes.
—	HG	71,958
—	GF	139,332
—	FE	502,826
—	ED	309,888
—	DB'	84,000
	TOTAL	1,193,267 mètres cubes.

Le calcul des déblais du chenal définitif ayant, comme je l'ai déjà dit, 12 mètres de profondeur, 50 mètres de largeur au plafond et des talus à $\frac{2}{1}$, donne 26,676,917 mètres cubes. Il en résulte qu'on aurait à faire entraîner par les eaux la différence de ces deux volumes, c'est-à-dire 25,497,650 mètres cubes.

Ce volume de sable et d'argile, en se répartissant sur la surface du chott Melrir, y produira l'exhaussement insensible de $0^m,0038$.

Seuil de Kriz. La croûte supérieure qui recouvre les eaux du chott El-Djerid étant en moyenne à 15 mètres au-dessus du niveau de la Méditerranée, il est probable qu'en creusant dans le seuil de Kriz une tranchée amorce à 6 mètres au-dessous de ce niveau moyen, on obtiendrait un courant qui creuserait le chenal définitif. Ainsi que celle du seuil d'Asloudj, cette tranchée initiale aurait une largeur de 4 mètres au plafond et une pente de $0^m,07$ par kilomètre vers le chott Rharsa; mais comme on se trouverait en présence de sables compactes, il suffirait de donner aux talus une inclinaison de $\frac{1}{1}$ au lieu de $\frac{2}{1}$. La vitesse moyenne y serait de $0^m,34$ et la vitesse contre les parois $0^m,26$ par seconde. Cette tranchée aboutirait au point N dans le bassin du chott Rharsa et se pro-

longerait ensuite jusqu'au point L coté — 12,01, en suivant la pente naturelle du sol et en y traçant un sillon dont la profondeur constante serait de 1 mètre.

Pour creuser cette tranchée on aurait à exécuter les déblais suivants :

Section	TS	79,430 mètres cubes.
—	SR	849,231
—	RQ	624,315
—	QP	1,227,106
—	PO	172,838
—	ON	34,800
—	NL	50,000
	TOTAL	3,037,720 mètres cubes.

Les déblais du canal définitif, ayant 12 mètres de profondeur au-dessous du niveau de la mer, seront de 50,176,500 mètres cubes. Ce volume, réparti sur la surface du chott Rharsa, y produira un exhaussement inappréciable de $0^m,037$.

Seuil de l'oued Melah. On creusera dans ce seuil une tranchée ayant une profondeur de 1 mètre au-dessous de la marée basse, une pente de $0^m,07$ par kilomètre vers le chott Djerid et une largeur de 4 mètres au plafond avec des talus à $\frac{1}{1}$. Ici l'action du courant sera puissamment secondée par celle de la marée, dont l'élévation est de 2 mètres à $2^m,50$, et deux fois par jour la vitesse atteindra $0^m,57$ dans la tranchée initiale.

Ajoutons qu'il s'y engagera en outre une barre ou mascaret dont la force d'impulsion serait considérable.

Pour creuser cette tranchée on aurait à exécuter les terrassements suivants :

Section	X'Y'	25,150 mètres cubes.
—	Y'Z'	418,000
—	Z'Z	2,326,000
—	ZY	5,044,000
—	YX	4,632,000
—	XV	8,964,000
	TOTAL	21,409,150 mètres cubes.

Les déblais du canal définitif seraient de 109,810,000 mètres

cubes. Les eaux auront donc à entraîner la différence entre les deux volumes, c'est-à-dire 88,400,850 mètres cubes. Cet énorme volume de sable ne produirait au fond du chott Djerid qu'un exhaussement de $0^m,018$.

Additionnons les terrassements des trois tranchées initiales :

Tranchée amorce du seuil d'Asloudj.....	1,193,267
— — de Kriz.....	3,037,720
— — de l'oued Melah...	21,409,150
TOTAL.....	25,640,137

On n'aurait donc que 25,640,137 mètres cubes à déplacer directement, soit en chiffres ronds 30 millions de mètres cubes, pour parer aux éventualités qui pourraient se produire telles qu'une modification du type que nous avons adopté pour les tranchées amorces ou une profondeur plus grande à donner à celle de Kriz.

Dans le rapport que j'ai l'honneur d'adresser à Votre Excellence, je ne dois traiter que le côté scientifique et économique du problème. Cependant, la question financière jouant un rôle prépondérant dans l'opinion qu'on peut se faire sur la possibilité d'exécution, il est indispensable de donner quelques indications générales. D'après les renseignements précis qui m'ont été fournis par MM. Le Masson et Dauzats, ingénieurs de la Compagnie de Suez, le prix de revient du mètre cube ne peut dépasser 75 centimes ou 1 franc au maximum, tous frais généraux compris. Les dépenses probables sont donc de 25 à 30 millions.

En indiquant ces chiffres, j'ai voulu donner une idée approximative des terrassements et démontrer que les seuils, malgré leur hauteur, ne sont pas un obstacle sérieux, grâce à la force énorme dont le remplissage des bassins permettra de disposer.

Les calculs et les devis définitifs ne pourront être établis que lorsqu'on aura fait encore quelques nivellements de détail, en même temps que des sondages dans les seuils, ainsi que dans le chott el-Djerid, afin de se rendre exactement compte de l'affaissement qui s'y produira quand il aura été déversé dans le chott Rharsa.

Le système que je viens d'exposer repose sur les lois de l'écoulement des eaux, et par conséquent sur des données scientifiques

indiscutables[1]. Il arrive rarement, dans la pratique, que l'on puisse l'appliquer, puisqu'il faut avoir un grand bassin à remplir à l'aide d'un réservoir plus élevé. Le cas s'était cependant présenté, sur une petite échelle, aux lacs Amers, et nous avons vu que des ingénieurs distingués ont songé à en profiter pour hâter le creusement du canal.

Sans entrer dans aucun développement, M. Le Verrier a exprimé la même idée devant l'Académie des sciences, en faisant remarquer que la dépression des chotts n'étant séparée du golfe de Gabès que par des sables, l'eau se chargerait d'établir la communication dès qu'on lui aurait ouvert le plus petit passage.

Les chotts Melrir et Rharsa ayant une surface totale de 8 milliards 50 millions de mètres carrés et une profondeur moyenne de 24 mètres, il faudra y jeter 96 milliards 600 millions de mètres cubes pour les remplir jusqu'à la cote — 12. Nous avons vu que le débit annuel d'un canal de communication ayant 50 mètres de largeur au plafond et 12 mètres de profondeur serait de 36 milliards 965 millions de mètres cubes, dont il faut retrancher 8 milliards 50 millions enlevés par l'évaporation. Il resterait donc 28 milliards 915 millions contribuant réellement au remplissage, et les 96 milliards 600 millions de mètres cubes nécessaires seraient débités en trois ans et quatre mois.

A ce moment la Méditerranée devrait encore verser dans les trois bassins 156 milliards 600 millions de mètres cubes, ce qui demanderait un peu plus de six ans, car la surface d'évaporation ayant augmenté, le volume efficace fourni annuellement par le canal de l'oued Melah ne serait plus que de 23 milliards 915 millions de mètres cubes. C'est donc environ neuf ans qu'il faudrait pour obtenir le remplissage de la mer intérieure; mais dès la quatrième année les différents bassins seraient recouverts d'immenses nappes d'eau accessibles aux petits bateaux et dont l'influence salutaire sur les conditions climatériques de l'Algérie se ferait immédiatement sentir.

Ces calculs sont établis sur les dimensions minima que devront avoir les canaux pour satisfaire aux besoins de la navigation. Mais il sera facile d'augmenter la profondeur, la largeur surtout de ces canaux, et de réduire par conséquent le temps nécessaire au remplissage. Je n'ai pas tenu compte en outre du surcroît de vi-

[1] Voir à la fin la note A.

tesse produit par la marée dans le chenal de l'oued Melah. Le chiffre de neuf ans est donc un maximum[1].

On objectera peut-être que nous ne tenons aucun compte des imbibitions ou pertes par infiltration. L'expérience des lacs Amers, où les terrains sont de même nature que ceux des chotts, a prouvé que les imbibitions étaient à peu près insignifiantes. D'un autre côté, les eaux introduites dans les chotts s'y logeront d'abord dans les dépressions les plus profondes et ne présenteront à l'évaporation qu'une surface très-restreinte, qui augmentera progressivement et n'atteindra la surface totale des bassins inondables qu'au moment même où le remplissage sera terminé. En supposant que l'évaporation se produirait dès le début sur toute cette surface, nous l'avons donc exagérée de manière à compenser largement les pertes par infiltration.

Ve PARTIE.

CONSÉQUENCES DE LA SUBMERSION DES CHOTTS.

Le remplissage des lacs Amers a modifié d'une façon notable les conditions climatériques de l'isthme de Suez. Le 22 juin 1874 M. de Lesseps signalait le fait à l'Académie des sciences. « Il y a vingt ans, disait-il, on ne voyait presque jamais pleuvoir dans l'isthme. Je constate que nous sommes obligés maintenant de faire venir des tuiles de France pour couvrir nos maisons. Nous avons eu, cette année surtout, des pluies considérables. » Les améliorations les plus importantes se sont produites à Ismaïliah, situé au nord du lac Timsah, à 75 kilomètres de la Méditerranée. Les environs de cette ville forment maintenant une grande tache de verdure qui tranche sur les régions arides qui les entourent, et la végétation gagne de proche en proche. La surface totale des lacs Amers, y compris le lac Timsah, est de 258 millions de mètres carrés. La hauteur moyenne de la couche d'eau évaporée en 24 heures étant de $0^m,003$[2], il en résulte que 774,000 mètres cubes par jour sont transformés en vapeur. Nous avons vu au chapitre précédent que cette masse est doublée par les vents secs et

[1] Dans ma pensée et dans celle de M. Dauzats, ingénieur à la Compagnie de Suez, ce maximum sera réduit au moins de moitié. D'après les calculs théoriques, le remplissage des lacs Amers devait nécessiter trois ans. Or cette opération s'est effectuée en sept mois, quoiqu'on ait retenu les eaux au moyen de barrages.

[2] Voir page 63.

chauds du sud. Elle est alors entraînée vers le nord, où elle se condense et se résout en pluie en rencontrant des courants atmosphériques plus froids.

Ce qui se passe au nord des lacs Amers se passerait à bien plus forte raison au nord de la mer intérieure, dont la surface d'évaporation serait cinquante-deux fois plus considérable. La nature y a d'ailleurs placé ce qui n'existe pas en Égypte, la grande chaîne transversale de l'Aurès, pour remplir le rôle de condensateur. Ce massif, dont les points culminants dépassent 2,300 mètres d'altitude, conserve, même au cœur de l'été, une température assez basse pour qu'on y trouve encore de la neige. La surface du bassin submersible étant de 13 milliards 50 millions de mètres carrés, l'évaporation moyenne en 24 heures y sera de 39,150,000 mètres cubes, et par les vents secs et chauds du sud, du sud-ouest et du sud-est, très-fréquents dans cette région, comme l'ont constaté tous les voyageurs, elle atteindra 78,300,000 mètres cubes ou 783 millions d'hectolitres. Cet énorme volume d'eau sera alors transporté vers le nord sous forme de vapeur et y rencontrera bientôt la haute barrière de l'Aurès dirigée de l'ouest à l'est et placée par conséquent en travers de sa route. Le courant tendra alors à s'élever pour franchir cet obstacle, et par conséquent à se refroidir par suite du travail de dilatation produit. Le refroidissement sera considérablement accru par la basse température du massif montagneux. La vapeur se condensera en nuages et finira par se résoudre en pluies. Une grande partie de ces pluies fertilisera le versant méridional de l'Aurès, qui se couvrira de végétation, et reviendra vers la mer intérieure, transformant les torrents actuels en rivières permanentes et régulières.

De Chegga à la frontière tunisienne s'étend une immense plaine comprise entre les derniers contre-forts de l'Aurès au nord et le rivage septentrional des chotts au sud; elle n'a pas moins de 150 kilomètres de longueur sur une largeur moyenne de 40 kilomètres. Cette vaste surface se compose de terres d'alluvion entièrement stériles aujourd'hui, à quelques rares oasis près, mais qui deviendraient admirablement fertiles si elles étaient arrosées. « Ces alluvions, dit M. Le Chatelier, ingénieur des mines de la mission en 1874-1875, diffèrent de celles de France par l'absence d'argile et la présence du sulfate de chaux en très-grande abondance. Elles donnent un sol d'une très-grande fertilité partout où il

y a un peu d'eau pas trop salée, circonstance malheureusement très-rare. » En 1873, nous avons traversé vers la fin de mars plusieurs oasis de cette région. Les Arabes moissonnaient déjà, et cependant cette récolte, qui d'ailleurs était admirable, n'avait été ensemencée que vers la fin de décembre. L'attention des colons algériens s'est portée plusieurs fois de ce côté. Dans son *Exploration scientifique des bassins du Hodna et du Sahara*, M. Ville dit qu'un comité agricole s'est formé pour demander la concession de plusieurs milliers d'hectares, après la réussite du premier puits artésien à El-Feidh. Il ajoute que les sondages n'ont pas réussi encore, mais qu'il n'y a pas lieu de désespérer du succès, et qu'il faudrait des appareils permettant d'atteindre à une profondeur de 300 à 400 mètres. Que l'on juge d'après ces tentatives de l'importance agricole que prendrait cette région le jour où la mer viendrait lui apporter des voies de communication, une sécurité absolue, un climat plus tempéré, des pluies régulières. N'est-il pas certain qu'elle se transformerait en une immense oasis couvrant une superficie de 600,000 hectares? En Tunisie, une étendue aussi considérable de terres serait également rendue à la culture.

Dans ces terres que la sécheresse rend aujourd'hui absolument stériles, le travail si long et si pénible du défrichement serait épargné aux colons. Le climat y conviendrait admirablement bien au coton, qui aime les terrains chauds et humides. Toute la région d'ailleurs est tellement favorable au cotonnier qu'on le cultive dans les oasis du Souf, où il n'y a cependant que du sable. Mais il suffit d'un peu d'humidité pour qu'il s'y développe et produise de fort belles capsules. J'en avais recueilli de remarquables à Debila en 1875. Quels magnifiques résultats n'obtiendrait-on pas dans les terres si riches en humus situées sur le littoral nord des chotts! Mais les bienfaits de la mer intérieure ne se feraient pas sentir seulement sur ses bords, ils s'étendraient au delà de Biskra jusqu'à la vaste et fertile plaine d'El-Outaya, où plusieurs fermes ont déjà été créées, jusque sur le Tell lui-même, comme je vais m'efforcer de le démontrer.

C'est un fait certain et que personne ne contestera en Algérie, qu'il suffit non point de quelques jours, mais de quelques heures de sirocco, pour dessécher la masse des épis lorsque la moisson est en pleine floraison. Le désastre ne s'accentue pas uniformément sur toutes les récoltes, parce qu'elles sont plus ou moins

avancées selon les altitudes et les accidents de terrain, mais il est d'autant plus considérable que les épis sont plus rapprochés du moment de la floraison. Je cite les céréales parce qu'elles forment la principale richesse agricole de l'Algérie ; mais presque tous les produits du sol subissent l'influence fatale du sirocco. Les propriétés désastreuses de ce vent proviennent de son extrême sécheresse. En quelques heures il absorbe toute l'humidité du pollen et détruit par conséquent le fruit ou le grain dans sa fleur. Or nous venons de voir que le sirocco en passant sur la mer intérieure se chargerait de 783 millions d'hectolitres d'eau transformés en vapeur. Il cesserait donc d'être un vent sec, brûlant tout sur son passage. Il deviendrait inoffensif, bienfaisant même, car il amènerait des pluies et des orages dans le Tell. Le vent du sud est un vent pluvieux pour la France : ce n'est pourtant que le sirocco lui-même qui s'est chargé de vapeurs en traversant la Méditerranée. Il a conservé presque toute sa chaleur, mais il a si bien perdu toutes ses propriétés nuisibles en devenant humide, que lorsqu'il souffle au printemps on voit la végétation se développer sous son influence avec une merveilleuse rapidité. La mer intérieure sera pour l'Algérie ce que la Méditerranée est pour la France. Comment estimer les richesses agricoles créées par les pluies nouvelles ou sauvées des désastres du sirocco? Il y a des éléments d'appréciation qui nous manquent. Ce qu'il y a de certain, c'est que les deux fléaux les plus redoutables de l'Algérie et de la Tunisie, le sirocco et la sécheresse, seraient énergiquement combattus par la submersion du bassin des chotts. Or on compte en ce moment, en Algérie seulement, 3 millions d'hectares ensemencés de céréales et produisant un rendement d'environ 17 millions de quintaux. La province de Constantine y entre pour plus du tiers, et c'est justement celle qui verra son climat éprouver les améliorations les plus notables. On peut se faire une idée d'après ces chiffres de l'influence considérable que la mer intérieure exercera sur la production générale du Tell [1].

Tous les Arabes racontent que les chotts étaient encore, il y a un ou deux siècles, recouverts d'une couche d'eau dont la profondeur a diminué d'année en année et qui a fini par disparaître. Ce fait est évidemment la conséquence d'une modification progressive qui n'a cessé de se produire dans le climat de la région depuis la

[1] Voir à la fin la note B.

disparition de la baie de Triton, puisque tous les auteurs anciens nous représentent l'Afrique proprement dite et les bords du lac Triton comme une des contrées les plus riches et les plus fertiles du monde. « Les bords du lac Triton, dit Scylax, sont habités tout autour par les peuples de la Libye dont la ville est située sur la côte occidentale. Tous ces peuples sont appelés Libyens, et malgré leur teint jaunâtre ils sont naturellement fort beaux. Le pays qu'ils habitent est excessivement riche et fertile; de là vient qu'ils nourrissent beaucoup de nombreux troupeaux. » Polybe nous apprend que Massinissa, voyant le grand nombre des villes bâties autour de la Petite-Syrte et la richesse du canton des *emporia* ou places marchandes, jeta des yeux jaloux sur les revenus que Carthage en tirait. Diodore de Sicile parle également avec admiration de la fertilité de l'Afrique proprement dite. Sous la domination des Romains, ces contrées devaient être encore très-prospères, si l'on en juge par le grand nombre des établissements qu'ils y ont fondés. Le bassin des chotts est couvert de ruines romaines. Les stations anciennes et les localités actuelles dont l'identité est généralement admise sont les suivantes :

Tacape.	Gabès.
Aquæ Tacapitanæ.	El Hamma Gabès.
Vepillium.	Kebilli.
Turris Tamalleni.	Telmine.
Thigæ.	Kriz.
Tizurus.	Tôzeur.
Aggarsel-Nepte.	Nefta.
Cafsa.	Gafsa.
Iskeri.	Biskra.
Gheoua.	Laghouat.
Thykimat.	Tadjemout.

Mais la Table de Peutinger et l'Itinéraire d'Antonin énumèrent plusieurs autres stations. La Table indique une route conduisant d'Aggarsel-Nepte (Nefta) à Tacape (Gabès) par la rive méridionale du chott et le sud du Nifzâoua et sur laquelle se trouvaient :

Aggarsel-Nepte.....	
Aggarsel.....	115 milles.
Puteus.....	14
Mazatauzur.....	7
Timezegeri Turris.....	6
Avibus.....	10
Tacape.....	18

Une autre route indiquée également sur la Table de Peutinger conduisait de Gafsa à Tacape par les stations suivantes :

Capsa	
Veresvos	23 milles.
Thazarte	19
Silesva	12
Aquæ Tacapitanæ	19
Tacape	16

Enfin l'Itinéraire d'Antonin indique une troisième route qui allait de Tacape à Leptis magna par la frontière militaire de la Tripolitaine. D'après M. Ch. Tissot, qui s'est beaucoup occupé de cette question de géographie ancienne, cette route allait en réalité de Tacape à l'extrémité de la presqu'île du Nifzâoua, où elle atteignait Turris Tamalleni (Telmine) et reprenait de ce point la direction de l'est, puis du sud est pour gagner Leptis magna par la chaîne tripolitaine.

Voici le nom des stations de Tacape à Agma :

Tacape	
Aquæ	18 milles.
Agarlavas	30
Turris Tamalleni	30
Ad Templum	12
Berezeos	30
Auxilimdi	32
Agma	30

Agarlavas, Ad Templum, Berezeos se trouvaient ainsi, d'après M. Tissot, dans le bassin même du chott Djerid.

Je citerai encore les ruines assez importantes d'un poste romain qui était situé à Besseriani, à 8 kilomètres au sud de Negrine. La corniche d'un pan de mur très-bien conservé nous y a servi de repère dans nos opérations de nivellement en 1875.

Le nombre de ruines qu'on trouve encore dans le bassin des chotts est beaucoup plus grand que celui des stations relatées dans l'Itinéraire d'Antonin et la Table de Peutinger. Aussi, comme les anciens noms ont complétement disparu, il est difficile de retrouver avec certitude la place de ces stations.

D'après les traditions arabes, l'oued Souf, dont le lit complète-

ment desséché est aujourd'hui recouvert par les sables, était autrefois un fleuve majestueux. C'est en souvenir de cet ancien état de choses que la région que ce fleuve arrosait avant de tomber dans le chott Melrir est encore désignée sous le nom d'oued Souf (rivière du Souf).

Le retrait des eaux de la mer a donc profondément modifié le climat de ces régions jadis florissantes, et les fleuves puissants qui l'arrosaient, comme l'oued Djeddi, l'Igharghar et l'oued Souf, ont fini par disparaître presque complétement. Le desséchement de la baie de Triton a eu tout d'abord pour résultat de creuser devant ces fleuves un gouffre de 25 à 30 mètres de profondeur; alors la vitesse de leur cours s'est accélérée et le volume de leurs eaux diminuant en même temps, par suite d'une évaporation plus rapide due à une plus grande sécheresse de l'air, leurs lits se sont trouvés périodiquement à sec et ont été en partie envahis par les sables. Puis les pluies diminuant d'année en année, ils ont fini, à l'exception de l'oued Djeddi, par ne plus exister qu'à l'état légendaire.

Autrefois l'oued Djeddi formait la ligne de démarcation entre la terre et les sables. Sur la rive gauche ou septentrionale, les terres cessaient brusquement au lit du fleuve, les sables commençaient du côté opposé. Aujourd'hui l'oued Djeddi, dont le cours a diminué, n'est plus une barrière suffisante et les sables ont fini par le franchir. N'est-il pas permis d'espérer que si la présence de la mer venait de nouveau régler l'écoulement des eaux de l'oued Djeddi et modifier les conditions climatériques, le cours de cette rivière reprendrait sa régularité et son importance primitives, et que, réunie à la mer intérieure, elle opposerait un obstacle infranchissable aux sables du sud, dont l'envahissement lent mais continu menace déjà les oasis du Djerid et principalement Nefta.

La mer intérieure serait également, dans une certaine mesure, une barrière pour les sauterelles. Ces insectes nuisibles se divisent en deux espèces distinctes : les grandes sauterelles ailées et les criquets. Les premières voyagent par vols souvent considérables qui s'abattent sur les récoltes. Ceux de ces vols qui chercheraient à traverser la mer intérieure pourraient s'y noyer en partie, surtout s'ils étaient surpris par un vent contraire. Mais les sauterelles les plus nuisibles sont les criquets. Ceux-ci s'avancent du sud vers le nord par bandes régulières et innombrables. Partout où ils

passent, et ils couvrent quelquefois des zones de plusieurs kilomètres, ils ne laissent que la ruine et la désolation. Rien ne les arrête. Si l'on creuse un fossé devant eux, les premiers le comblent de leurs corps et le torrent reprend sa marche dévastatrice. La mer intérieure serait pour eux un abîme. L'oued Djeddi lui-même leur présenterait une barrière suffisante le jour où ses eaux auraient repris leur volume primitif. Or il faut remarquer que ce fleuve, qui prend sa source bien au delà de Laghouat, coule de l'ouest à l'est et traverse l'Algérie dans toute sa profondeur depuis la frontière du Maroc jusqu'au chott Melrir.

Toutes ces modifications se produiraient au nord de la mer intérieure seulement. Quelle serait l'influence de cette mer sur le climat des régions situées au sud?

Les vents du nord, du nord-ouest, du nord-est, moins secs et moins chauds que ceux du sud, n'enlèveront guère à la nouvelle mer que 300 millions d'hectolitres en 24 heures. Non-seulement ils ne trouveraient pas sur le littoral sud de massif montagneux pour les refroidir, mais ils s'y mêleraient au contraire à des couches atmosphériques plus chaudes. Les vapeurs d'eau qu'ils transporteraient se dilateraient donc de plus en plus au fur et à mesure qu'elles s'avanceraient vers le sud, et ne se transformeraient certainement en nuages et en pluies qu'en rencontrant au centre de l'Afrique les massifs montagneux de l'Aaghar. Cependant, si nous considérons que le bassin des chotts s'étend jusqu'à ce massif central, qui donne naissance à l'Igharghar et à l'oued Souf, dont les eaux se perdent aujourd'hui dans les sables, il n'est pas déraisonnable d'admettre que les régions situées sur le cours de ces fleuves, dont le tribut annuel serait certainement augmenté d'une façon notable, subiraient l'influence des pluies produites par la mer intérieure et verraient leur climat s'améliorer d'une façon lente mais progressive. L'oued Souf et l'Igharghar étaient des fleuves puissants à l'époque de la baie de Triton. Ne devons-nous pas espérer que la reconstitution de ce golfe leur rendrait au moins en partie leur splendeur passée?

Mais si les oasis du Souf et de l'oued Rhir ne doivent pas profiter immédiatement des pluies créées par la mer intérieure, elles ressentiront pourtant du jour au lendemain l'influence bienfaisante de son voisinage. Les écarts de température sont excessifs dans la région des chotts. Pendant les mois de décembre et de janvier 1875, il gelait

toutes les nuits; le thermomètre descendait quelquefois à 8 degrés au-dessous de zéro, tandis que dans le jour il marquait 25 et 30 degrés. Ainsi que nous l'avons expliqué dans la note B, les vapeurs d'eau nouvelles répandues à l'état invisible dans l'atmosphère auraient pour résultat immédiat de faire disparaître ces écarts excessifs et de rendre le climat beaucoup plus tempéré sur le rivage sud aussi bien que sur le rivage nord.

Quelques personnes se sont demandé si la mer intérieure n'exercerait pas une influence sensible sur le climat de l'Europe, on a même parlé de retour vers l'époque glaciaire. Je traiterai ces deux questions qui sont intimement liées entre elles en discutant, dans le chapitre suivant, les objections élevées contre notre projet, et j'espère démontrer que le climat de l'Europe ne subirait aucune modification appréciable.

Résumons en quelques mots les améliorations produites sur le climat de l'Algérie et de la Tunisie :

Les vents du sud se chargeraient en vingt-quatre heures de 783 millions d'hectolitres d'eau transformés en vapeur qui iraient arroser la Tunisie et l'Algérie; une surface considérable de terres d'alluvion situées sur le littoral nord des chotts serait rendue à la culture; le sirocco, qui dessèche les moissons en fleur, deviendrait inoffensif, bienfaisant même, puisqu'il amènerait des pluies et des orages dans le Tell; les rivières reprendraient leur cours régulier et permanent. Les sauterelles et les sables du sud seraient entravés dans leur marche vers le nord.

Dans la partie du Sahara algérien située sur le littoral sud de la nouvelle mer, les modifications seraient moins importantes. Le climat cependant y deviendrait immédiatement plus tempéré et pourrait même à la longue ressentir l'influence des pluies nouvelles qui par les vents du nord iraient tomber sur le versant septentrional du massif montagneux de l'Aaghar, et reviendraient vers les chotts par les vallées de l'Igharghar et de l'oued Souf.

Aux points de vue économique et commercial, la mer intérieure transformerait les régions de l'Algérie et de la Tunisie situées au sud de l'Atlas. Il est difficile de se faire actuellement une idée de la richesse de ces contrées [1], auxquelles il ne manque qu'une sécu-

[1] Parmi les richesses de ces contrées nous citerons : les bois de construction et les minerais de l'Atlas et de l'Aurès, où l'on vient de découvrir encore tout récemment des mines de cinabre ; les bois de luxe, comme le tuya, le cèdre, etc. ;

rité complète et des voies de communication faciles, pour que l'agriculture, le commerce et l'industrie y atteignent un haut degré de prospérité. Par la vallée de l'oued Djeddi, tout le sud de l'Algérie se trouverait en relations plus faciles et plus promptes avec les ports de la nouvelle mer qu'avec ceux du littoral méditerranéen. Cette vallée deviendrait une grande voie commerciale traversant notre colonie dans toute sa profondeur, depuis la frontière du Maroc jusqu'à celle de Tunisie. Quelle impulsion nouvelle donnée à l'industrie de ce magnifique pays ! Quelle transformation profonde, si l'on songe que le climat se modifierait en même temps ! Ce serait la fertilité et la vie substituées à la stérilité et à la mort, la civilisation refoulant le fatalisme.

Avec les ports de la mer intérieure et la ligne militaire de l'oued Djeddi, il n'y aura plus d'insurrection possible en Algérie. La sécurité sera aussi complète au sud de l'Atlas que sur le littoral méditerranéen. Les Arabes, se sentant pris entre deux feux, ne songeront même pas à se révolter. Cette question est des plus importantes au point de vue de la colonisation. Depuis le commencement de l'occupation, les insurrections se sont renouvelées pour ainsi dire périodiquement malgré les sages efforts faits pour les prévenir. Alors nos malheureux colons voient détruire en quelques jours leurs travaux de plusieurs années. Il est vrai qu'on leur fait payer par les Arabes une indemnité largement suffisante pour couvrir les pertes; mais souvent aussi ils sont, eux ou leurs familles, les premières victimes de la cruauté des insurgés. Certes ces courageux et héroïques pionniers ne se laissent pas détourner par de telles considérations de la tâche à laquelle ils se sont voués, mais combien d'autres se seraient joints à eux, s'ils n'avaient été arrêtés par la crainte de ces dangers.

J'ai entendu objecter qu'en cas de guerre avec une nation européenne, la mer intérieure permettrait aux flottes ennemies de venir prendre l'Algérie à revers. A cela je répondrai que le détroit d'Asloudj commandera tout le bassin situé sur le territoire algérien. Il nous suffira donc d'établir à l'entrée de ce détroit, près

l'alfa, dont il se fait aujourd'hui un commerce si considérable, et qu'on ne trouve que dans cette région; les troupeaux, les cuirs, les laines des nomades, les céréales, les dattes et autres produits du sol. Le commerce des dattes s'élève à lui seul à plusieurs millions, et cependant elles valent à peine, dans le pays, 30 centimes le kilogramme.

de la frontière tunisienne, un poste fortifié pour surveiller le passage et être absolument les maîtres dans les eaux françaises[1]. L'argument est péremptoire, et cependant je ne puis m'empêcher d'ajouter que ce ne serait pas une raison, ce détroit n'existât-il pas, pour ne pas poursuivre l'exécution du projet. Toutes les fois qu'une nation construit un chemin de fer, un télégraphe, une route, un pont, elle crée un instrument utile entre ses mains, mais qui peut se retourner contre elle en cas de revers dans une guerre avec une nation voisine. A-t-on jamais tenu compte de pareilles considérations ?

D'après les chiffres et les renseignements que M. Largeau a eu l'obligeance de me fournir, le commerce d'importation et d'exportation entre le littoral méditerranéen et le Soudan s'élève à la somme de 52 millions par an. Les produits exportés sont les ivoires du Bernou, les dépouilles d'autruche, les cuirs préparés, rouges et jaunes, le musc, l'encens, les peaux de léopards, les tapis de Tombouctou. Les objets d'importation se composent de toiles de coton d'Europe de toutes les couleurs, de tissus de toutes sortes pour turbans, de draps, de soieries, de foulards, d'indiennes, de corail brut, de bijoux en argent, d'outils, d'armes, de fruits, de bougies, de camphre, de café, de sucre et enfin de farines.

Les négociants de Rhadamès, qui ont tous passé plusieurs années dans le Soudan, affirment que le commerce de ce pays pourrait prendre une extension beaucoup plus considérable, car *le sol y est d'or,* disent-ils, et il serait posssible d'en tirer de quoi nourrir le monde entier. Mais, en raison de l'insuffisance des moyens de transport, on a dû se borner jusqu'à ce jour à l'exploitation des produits les plus précieux, qui représentent des valeurs considérables sous un petit volume; ainsi le coton qui pousse partout sans culture, les gommes, les huiles et nombre d'autres produits dont l'industrie européenne pourrait tirer un excellent parti, doivent être abandonnés par les caravanes comme étant d'un transport trop difficile à dos de chameau.

Outre les difficultés des transports, un obstacle a toujours empêché ces produits de s'écouler en grandes quantités vers le golfe de Guinée, c'est la barrière paludéenne qu'il faut franchir pour arriver à la côte, et à l'abri de laquelle tous les roitelets ou chefs de tribus échelonnés sur la route prélèvent sur les marchands in-

[1] Voir à la fin la note C.

digènes une infinité de droits de passage qui augmentent souvent le prix des marchandises au point d'en rendre la vente impossible.

C'est ce qui explique pourquoi le commerce du Soudan a toujours choisi de préférence la route du littoral méditerranéen.

Dans l'antiquité, les Garamantes et les Phazaniens, qui furent assujettis par Cornelius Balbus, étaient les intermédiaires de ce commerce et avaient leurs entrepôts à Garama et à Cydamus. Pendant la période d'invasion des conquérants arabes, les transactions cessèrent, mais reprirent plus tard, et Ouargla eut ses époques de splendeur comme tête de ligne des caravanes et principal entrepôt des marchandises qui venaient du nord par Touggourt et El-Oued, et du sud par le pays d'Aïr et le Aaghar, où un grand marché était établi sur les bords de la sebkha d'Amadghor.

Aujourd'hui le commerce du Soudan échappe complétement à l'Algérie, dont les caravanes ont abandonné la route pendant la période de la conquête. Des pays de production les marchandises sont transportées sur les deux grands marchés sahariens, qui sont Rhât au sud-est, et Tombouctou au sud-ouest. De Rhât, les caravanes se dirigent sur Rhadamès, et de là sur Tripoli. De Tombouctou elles prennent la route d'Aïn Çalah, d'où les marchandises sont expédiées soit sur Tripoli par Rhadamès, soit sur le Maroc. Quelques-unes cependant vont directement de Tombouctou au Maroc sans passer par Aïn Çalah, de même que d'autres vont directement de Rhât en Égypte par Mourzouk. Mais Rhadamès et Aïn Çalah n'en sont pas moins les deux principaux entrepôts du commerce saharien. A plusieurs reprises des tentatives ont été faites pour attirer en Algérie les caravanes de Rhadamès et d'Aïn Çalah; Jusqu'à ce jour elles sont restées infructueuses. Il est facile d'en comprendre la raison : si les caravanes ne viennent pas échanger leurs produits sur notre littoral, c'est non-seulement parce qu'elles auraient à faire un trajet plus long que pour se rendre à Tripoli et au Maroc, mais surtout parce qu'elles traverseraient notre colonie dans toute sa profondeur, qu'elles relèveraient de notre autorité dans ce parcours et qu'elles craindraient ainsi de compromettre leur indépendance. Tout le monde sait les courageux efforts tentés par M. Largeau pour attirer les caravanes rhadamésiennes. Il ne faut pas désespérer de les voir couronnés de succès, surtout si des foires importantes sont créées à El-Oued et à Touggourt, comme M. le Gouverneur général de l'Algérie en aurait formé le projet.

Mais, par suite de la cherté des transports à dos de chameau, notre commerce ne pourra leur livrer, dans les postes éloignés, qu'à des taux très-élevés les objets qu'elles demandent en échange de leurs produits.

Si la mer d'Algérie était créée, toutes les difficultés se trouveraient levées en même temps. Nos nouveaux ports se trouveraient aussi rapprochés de Rhadamès que Tripoli, plus rapprochés d'Aïn Çalah que n'importe quel point du littoral marocain. Notre commerce et notre industrie pourraient y livrer à bas prix les objets d'échange, grâce au peu de cherté des transports par eau. Les caravanes s'arrêtant sur les confins de notre colonie, sur un territoire pour ainsi dire neutre, n'auraient plus à craindre d'être inquiétées par notre autorité. Des bords de la nouvelle mer, notre influence et notre prestige accrus rayonneraient vers le centre de l'Afrique et assureraient au loin, sur les routes sahariennes, la sécurité si recherchée des caravanes. Qui pourrait douter que le commerce du Soudan ne reprît alors la route qu'il a toujours suivie et dont il ne s'est momentanément détourné qu'en raison de l'état troublé de l'Algérie pendant la période de la conquête?

Ce mouvement serait d'ailleurs favorisé par les Touaregs, qui sont les maîtres des routes du Sahara et dont tous les voyageurs ont constaté les sympathies pour la France.

L'exécution du projet de mer intérieure aurait un immense retentissement jusque dans le centre de l'Afrique. Rien n'a donné aux Arabes une idée plus haute de notre puissance et de notre grandeur que le percement de l'isthme de Suez. A la séance du 10 juillet 1876 de l'Académie des sciences, M. de Lesseps, après avoir déposé, au nom de Votre Excellence, le rapport provisoire que j'avais eu l'honneur de lui adresser, disait qu'ayant reçu la visite de l'agha de Touggourt, Si Mohammed ben Driss, dont le dévouement aux intérêts français est bien connu, il lui avait demandé ce qu'il pensait du projet de mer intérieure. « Aujourd'hui, lui répondit l'agha, je puis rendre de grands services à la France en usant de mon influence sur les tribus nomades et turbulentes du sud, pour les maintenir dans la soumission, mais si vous faites venir la mer dans le Sahara, il ne se trouvera plus un Arabe pour mettre en doute votre puissance; tous s'inclineront devant vous. Vous n'aurez plus besoin de moi. »

Il y a quelques années, trois chefs Touaregs sont venus à Phi-

lippeville. Ils regardaient avec indifférence nos routes, nos maisons, nos chemins de fer eux-mêmes; mais en arrivant sur le port, ils restèrent saisis d'étonnement à la vue de la mer. Ces hommes, qui n'avaient jamais parcouru que le Sahara, pour lesquels l'eau avait toujours été chose rare et précieuse, contemplaient avec stupéfaction cette immense nappe d'eau dont leurs regards ne pouvaient sonder ni les limites ni la profondeur. Quelle vive impression la vue d'un pareil spectacle produirait sur l'esprit de ces peuples le jour où on pourrait leur dire : « A la place de ces flots qui ont apporté ici la fraîcheur et la vie, et dont tu admires l'immensité, hier encore il n'y avait que de la boue, des sables, des marais fiévreux. C'est la France qui a fait cela. »

VIe PARTIE.

EXAMEN DES OBJECTIONS ÉLEVÉES CONTRE LE PROJET DE MER INTÉRIEURE.

De nombreuses objections se sont élevées dès le début contre le projet de mer intérieure. La lecture des premiers chapitres de ce rapport consacrés à l'exposition des méthodes scientifiques employées et aux résultats obtenus, l'examen des registres de nivellement [1] qui lui sont joints ne pouvant laisser subsister aucun doute sur la précision de nos opérations, il n'y a plus lieu de discuter la valeur des objections qu'on avait faites sur la hauteur de l'isthme de Gabès, dont le relief et la constitution sont exactement connus aujourd'hui. Je ne puis cependant me dispenser de parler des travaux de la Commission italienne. Cette Commission avait été chargée par la Société de géographie de Rome d'étudier l'isthme de Gabès. Après une exploration assez rapide faite en juin 1875, elle a publié, dans le *Bulletin* de la Société, un rapport où nous ne trouvons, sur les résultats du nivellement, que cette phrase : « Pour résultat final des opérations de nivellement dont les détails seront publiés, on trouve que la cote inférieure de l'embouchure de la sebkha El-Fejef (pointe du chott El-Djerid) est de $53^m,40$ au-dessus du niveau de la mer. » Nous avons vu que les résultats de notre nivellement de proche en proche, vérifié à 8 centimètres près à la mire 61, avaient établi que le point culminant du seuil n'est lui-même qu'à $46^m,36$ au-dessus de la marée basse. Or ce n'est pas le

[1] Ces registres étaient trop volumineux pour être imprimés.

point culminant, mais bien un point situé à environ 15 mètres au-dessous, pour lequel les Italiens ont trouvé la cote de 53m,40. D'après eux, le point culminant serait par conséquent à 68m,40 au-dessus du niveau de la mer. Ils ont donc commis une erreur d'environ 22 mètres. Au Congrès international, j'avais prié M. Correnti, président de la Société de géographie de Rome, de me donner quelques renseignements sur le genre d'opérations exécutées par la Commission italienne. Il ne put répondre à ma question. Mais, connaissant rigoureusement aujourd'hui le relief du seuil de Gabès et par conséquent l'erreur importante commise par la Commission italienne, il me semble impossible d'admettre qu'elle ait eu recours à des méthodes précises comme le nivellement géométrique ou le nivellement géodésique. Peut-être s'est-elle contentée de prendre successivement, au moyen de l'éclimètre, les distances zénithales d'une série de jalons échelonnés, en mesurant au pas la distance qui les séparait; et encore serait-il difficile, malgré le peu de précision de ce procédé, de se rendre compte de l'erreur commise.

En arrivant dans le Nifzaoua, nous avons trouvé les populations très-émues et peu disposées à nous accueillir avec bienveillance, car la Commission italienne avait affirmé que les oasis de cette région seraient submergées. Or toutes les oasis du Nifzaoua et du Djerid sont, même dans les parties les plus basses, à 20 mètres au minimum au-dessus du niveau de la mer. Il y a donc là une nouvelle erreur de 20 mètres au moins, mais en sens inverse de la première; et comme il n'est pas admissible que les savants italiens aient avancé de semblables assertions sans les fonder sur des opérations scientifiques quelconques, il en résulte qu'ils ont commis une erreur de 42 mètres au moins entre l'extrémité orientale du chott El-Fejef et le Nifzaoua.

A la séance du 18 juin 1876 de la Société de géographie italienne[1], M. le président Correnti signalait, parmi les communications géographiques les plus importantes, celles qui concernaient l'exploration que nous venions d'accomplir dans les chotts tunisiens. Tout en rappelant que l'expédition italienne de Gabès avait abouti à des résultats très-différents des nôtres, il exprimait le vœu de voir nos conclusions de meilleur augure couronnées de succès.

[1] *Explorateur* du 6 juillet 1876.

Je suis très-reconnaissant à M. le président Correnti des paroles gracieuses qu'il a prononcées en cette circonstance, mais il n'échappera à personne qu'elles renferment l'aveu des doutes que les membres de la Commission italienne avaient conservés eux-mêmes sur l'exactitude de leurs propres observations.

Le 13 juillet 1874 M. Ch. Houyvet adressait à l'Académie des sciences une note ainsi conçue[1] :

« Il ne suffirait pas de rétablir une mer intérieure en Algérie, il faudrait la maintenir.

« Or, en supposant la mer établie au moyen d'un canal, cette mer perdrait tous les jours une énorme quantité d'eau par l'évaporation, sans qu'il lui arrivât aucune quantité d'eau douce équivalente. L'eau évaporée ne serait remplacée que par l'eau salée arrivant par le canal, et bientôt la mer intérieure serait au maximum de saturation. L'évaporation continuant, il se ferait un dépôt de sel qui finirait par remplir tout l'espace de la mer intérieure; de sorte que le projet soumis à l'Académie aurait pour résultat de créer à grands frais une immense saline. »

Quelques jours après je répondais à M. Houyvet en faisant remarquer que la mer Rouge et la Méditerranée perdaient par l'évaporation beaucoup plus d'eau qu'elles n'en recevaient directement de leurs affluents; qu'elles étaient alimentées par l'Océan, et que cependant il ne se formait aucun dépôt de sel au fond de ces mers; que la salure de la Méditerranée et de la mer Rouge n'étant même pas sensiblement plus prononcée que celle de l'Océan, il existait nécessairement des courants sous-marins aux détroits de Gibraltar et de Bab-el-Mandeb.

« Il est facile, ajoutais-je[2], de se rendre compte de la formation de ces courants inférieurs. Prenons, par exemple, la Méditerranée et l'Océan, qui communiquent par le détroit de Gibraltar, et supposons qu'à un moment donné ces deux masses d'eau aient exactement la même densité et le même niveau. Bientôt le niveau de la Méditerranée baissera par suite d'une évaporation plus active, et les eaux de l'Océan se porteront vers cette mer : le courant supérieur sera créé. En même temps la salure de la Méditerranée

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 2e semestre 1874, p. 101.
[2] *Id.*, p. 289.

augmentera ; mais aussitôt que la couche placée au-dessus du plan horizontal tangent au fond du détroit sera devenue sensiblement plus dense que la couche correspondante de l'Océan, l'équilibre sera encore rompu, en sens inverse cette fois, et il se formera un contre-courant inférieur, nécessairement plus faible que le courant supérieur. On peut donc affirmer qu'il se fait inévitablement un échange constant d'eau et de sel entre deux mers communiquant ensemble et soumises à une évaporation inégale.

« On objectera peut-être que le peu de profondeur du canal de Gabès ne permettra pas au courant inférieur de se produire. Nous pourrions répondre que le canal sera creusé dans des sables peu consistants, que par conséquent nous devons compter sur la rapidité du courant qui s'y établira, au moment du remplissage du bassin des chotts, pour porter sa profondeur à 15 ou 16 mètres ; que d'ailleurs nous aurons plusieurs siècles devant nous avant que le péril devienne imminent ; et que par conséquent nous aurons bien le temps d'approfondir et de draguer ; mais nous affirmons qu'une profondeur de 8 à 10 mètres suffirait pour qu'un contre-courant inférieur s'établît dans le golfe de Gabès. Nous n'avons qu'à citer ce qui se passe dans le Bosphore et les Dardanelles. On sait que la mer Noire reçoit de ses affluents plus d'eau qu'elle n'en perd par l'évaporation ; il se produit alors un courant supérieur, de cette mer à la Méditerranée. Plusieurs expériences faites dans les Dardanelles par le comte Truguet, lieutenant de vaisseau, ont prouvé qu'il existe un contre-courant inférieur, dont la vitesse est moindre que celle du courant supérieur, et qui se fait sentir à des profondeurs variant entre 3 et 8 mètres.

« Rappelons enfin ce qui a lieu dans les lacs Amers, qui ne communiquent avec la mer Rouge et la Méditerranée que par un canal de 8 mètres de profondeur. L'évaporation y étant très-active, les couches inférieures auraient dû se saturer rapidement ; cependant M. de Lesseps, en communiquant à l'Académie le résultat de ses savantes recherches sur la formation des bancs de sel qui occupent le fond des lacs, a dit que ces bancs continuent à se dissoudre. Il faut donc qu'il existe dans le canal un courant inférieur entraînant les sels vers la Méditerranée et la mer Rouge, et que l'action de ce courant suffise pour empêcher la saturation des couches inférieures des lacs. »

M. Ferd. de Lesseps, faisant connaître, le 15 mai 1876, à l'Aca-

démie des sciences le résultat de nouvelles observations faites aux lacs Amers, a répondu d'une façon définitive à l'objection de M. Houyvet. Cette communication intéresse de trop près la question de la mer intérieure pour que je ne demande pas la permission de la reproduire entièrement :

« M. Ferd. de Lesseps. J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie des sciences, il y a deux ans, des considérations sur le régime probable des eaux des lacs Amers de l'isthme de Suez, pendant la période de formation du banc de sel qui occupe le milieu de l'un de ces lacs, et les hypothèses que l'étude de cette région de l'isthme et celle de la structure du banc de sel suggéraient sur le mode probable de sa formation.

« Je désirerais aujourd'hui compléter cette note, en exposant les résultats des dernières recherches faites sur le degré de dissolution du banc de sel et sur le régime actuel des eaux du lac.

« Les observations recueillies peuvent être utiles au projet d'inondation des chotts tunisiens et algériens, et répondre, dans une certaine mesure, aux objections qui ont été élevées contre la possibilité de cette entreprise, objections qui nous avaient été également faites au sujet des lacs Amers, et que l'expérience a démontré n'être pas fondées. La principale objection portait sur les difficultés supposées du remplissage de ces vastes bassins et sur la longueur de temps qu'exigerait l'opération, par suite de l'évaporation et de l'absorption de terrains desséchés depuis des siècles.

« Aucune difficulté ne s'est produite; le remplissage total, cubant en nombre rond 1,500 millions de mètres cubes, s'est effectué régulièrement, en sept mois de temps, du 18 mars au 24 octobre 1869, par des déversoirs construits provisoirement pour retenir la violence des eaux, dont les courants auraient pu interrompre nos travaux et dégrader les berges du canal.

« Mais bien avant que les lacs fussent inondés, des mémoires, basés sur des calculs théoriques, nous avaient prédit qu'ils se dessécheraient de nouveau sous l'action solaire, leurs eaux ne pouvant se renouveler suffisamment par les deux branches du canal, dont la section est relativement restreinte.

« Le degré de salure des eaux dans les lacs s'éleva assez rapidement tout d'abord, et, bien que les sondages faits sur le banc de sel à diverses périodes indiquassent que la dissolution, assez ac-

tive, était la cause principale probable de la saturation, il convenait d'être fixé à cet égard. Les dernières constatations prouvent que la dissolution du banc de sel continue à se produire et que la salure des eaux, loin d'augmenter sous les effets combinés de la dissolution et de l'évaporation, est, au contraire, sensiblement en décroissance.

« Voici, à l'appui de cette assertion, quelques chiffres résumant les résultats de l'analyse que M. le directeur de l'école des Ponts et Chaussées a obligeamment consenti à faire faire, à son laboratoire, sur les échantillons d'eau des lacs Amers et du canal, ainsi que ceux des sondages relevés au-dessus du banc de sel.

« Les plus récents de ces sondages, faits en octobre 1875, d'après une carte présentée avec cette note, indiquent que le banc s'est dissous sur une hauteur moyenne de $0^m,80$, depuis les constatations faites en 1869 après le remplissage, lesquelles avaient déjà fait reconnaître la dissolution d'une première couche de $0^m,40$ environ. Ce serait, en tout, une couche de sel de près de $1^m,20$ d'épaisseur qui se serait dissoute en six ans sur les trois quarts de la surface du banc. Ce résultat ne s'est pas produit uniformément sur toute la surface; il a été plus actif sur les arêtes du banc et dans la région nord, où ont eu lieu des approfondissements de près de $1^m,30$, tandis que certaines régions du centre et la partie sud, recouvertes d'une couche d'argile mêlée à des coquillages agglomérés, paraissent, pour cette cause, résister davantage à la dissolution.

« La surface du banc de sel étant de 66 millions de mètres carrés, le volume approximatif dissous en six ans, depuis l'introduction des eaux, peut être évalué à 60 millions de mètres cubes, donnant, à la densité de 1,5, un poids de 90 milliards de kilogrammes.

« Deux analyses en ont été faites : la première sur des échantillons puisés en octobre 1872, la deuxième sur des échantillons de juillet 1874.

« En octobre 1872, le poids du volume de sel dissous était au moins égal à la moitié du poids ci-dessus, soit à..	45,000,000,000 kilog.
« En y ajoutant celui que les eaux de la Méditerranée et celles de la mer Rouge te-	
A reporter.....	45,000,000,000

Report.....		45,000,000,000 kilog.

naient déjà en dissolution en arrivant dans le bassin, on aura :

Volume introduit par la Méditerranée :		
1° Lors du remplissage.....	500,000,000^{mc}	
2° Ultérieurement par suite de la dissolution du banc....	30,000,000	
TOTAL.....	530,000,000	
Lesquels, à 40 kilogrammes de résidus par mètre cube, représentent un poids de sel de.....		21,200,000,000
Volume introduit par la mer Rouge :		
1° Lors du remplissage.....	950,000,000^{mc}	
2° Ultérieurement.....	30,000,000	
TOTAL.....	980,000,000	
Lesquels, à 43 kilogrammes de résidus par mètre cube, représentent un poids de sel de.....		42,140,000,000
TOTAL.....		108,340,000,000

« Tel est le poids de sel, ou mieux de résidus solubles, qu'auraient dû contenir les eaux du bassin des lacs en 1872, *non compris les résultats de l'évaporation.* Ce poids, divisé par le volume liquide, égal à 1 milliard 480 millions de mètres cubes, donne un résidu moyen de 73^{k},20 par mètre cube, tandis que la moyenne de onze échantillons des eaux de ce lac, dosés par évaporation au laboratoire des ponts et chaussées, ne donne que 71^{k},10 de résidus par mètre cube.

« Mais, pendant cette période de trois années, l'évaporation avait ajouté son contingent de sel aux poids précédents ; il est facile d'évaluer ce qu'il a été au minimum. Pendant le remplissage, l'évaporation a été mesurée très-exactement et a été trouvée varier, en été, de 3 millimètres à 4^{mm},5 par vingt-quatre heures.

« En prenant pour moyenne de l'année une épaisseur de 2 millimètres seulement, on arrive, la surface des lacs étant de 196 millions de mètres carrés, à une évaporation annuelle de 143 millions de mètres cubes, représentant un poids de sel, à 71 kilo-

grammes par mètre cube, de 13 milliards 916 millions de kilogrammes, soit pour trois années 41 milliards 748 millions de kilogrammes.

« Le produit de cette évaporation, ajouté au total précédent, donne un chiffre de 150 milliards 88 millions de kilogrammes, qui, divisé par celui du volume liquide, indique que si les eaux ne s'étaient pas renouvelées en partie, elles auraient contenu en dissolution, en 1872, un poids de $101^k,40$ de résidus par mètre cube, tandis que l'analyse n'a trouvé que $71^k,10$.

« Le même calcul démontre que, la dissolution du banc ayant continué en 1873 et 1874, la salure des eaux de ces lacs aurait dû augmenter en proportion du poids du volume de sel dissous et de celui de l'eau évaporée, et dépasser au moins le chiffre donné par l'analyse de 1872. Or c'est le contraire qu'indiquent les dosages des derniers échantillons : les eaux relevées en 1874 sont moins salées que celles de 1872; la moyenne de quinze échantillons puisés dans les lacs donne $66^k,06$ de résidus au lieu de $71^k,10$ en 1872.

« Le dosage du chlore indique avec beaucoup plus d'approximation le degré de salure des eaux. Voici les moyennes des deux époques :

1872.	Chlore.....	$38^k,9$	par mètre cube.
1874.	—	$36^k,7$	—

« *Conclusion.* — Il est donc incontestable que, malgré la dissolution du banc et l'évaporation, la salure diminue et que les eaux se renouvellent.

« Par quel moyen ce phénomène s'opère-t-il ? Ce ne peut être que par les courants. La différence notable de densité existant entre les eaux des lacs Amers et celle des extrémités du canal doit créer des courants de fond, par lesquels les eaux lourdes se rendent à la mer, tandis que les courants de surface amènent aux lacs les eaux moins chargées de la mer pour compenser les pertes de l'évaporation.

« Il est probable que la salure avait atteint son maximum peu de temps après le remplissage, lorsque les parties les plus spongieuses et les plus accessibles du banc eurent été dissoutes. La décroissance de salure démontre que l'équilibre tend à se rétablir entre les lacs et les mers, et que la vitesse d'écoulement des eaux

lourdes est supérieure aux actions combinées de la dissolution et de l'évaporation, la section du canal servant d'orifice étant d'ailleurs suffisante, eu égard à la distance de la mer.

« Du côté nord, la salure des lacs Amers est un peu plus accentuée, parce que la distance de la mer est plus grande que du côté de Suez, et que le lac Timsah, d'une faible profondeur, forme sur le parcours un nouveau plan d'évaporation qui retarde l'arrivée des eaux fraîches. De même qu'aux lacs Amers, la salure du lac Timsah a été trouvée moins élevée en 1874 qu'en 1872.

« Nous pensons qu'une conclusion pratique peut être tirée de ces recherches, qui ne font d'ailleurs que confirmer le principe de l'équilibre dans les vases communiquant entre eux, c'est qu'un orifice de section relativement restreinte suffit à de vastes nappes d'eau salée, malgré leur éloignement de la mer, pour les empêcher de se concentrer sous l'action solaire des climats chauds.

« Quoique la surface inondable des chotts algériens et tunisiens réunis soit égale, d'après les calculs de M. Roudaire, à plus de cinquante fois celle des lacs Amers, j'ai la conviction que le renouvellement de leurs eaux s'effectuerait avec la même facilité et sans qu'il soit besoin de travaux bien importants pour assurer leur communication avec la mer; seulement les tranchées réunissant les chotts entre eux et les reliant à la mer devront être assez profondes pour permettre l'écoulement des eaux les plus lourdes par le jeu des courants inférieurs.

« Je fais des vœux pour que le projet du capitaine d'état-major Roudaire, dont les études préliminaires viennent d'être terminées en Tunisie avec autant de succès qu'en Algérie, soit mis à exécution.

« Sa réalisation serait certainement un immense bienfait pour notre colonie et pour les contrées limitrophes. »

Rade de Port-Saïd.

M. Ferd. de Lesseps. — « J'ai rendu compte à l'Académie, le 4 octobre dernier, des résultats que nous avons obtenus depuis deux ans en affectant une drague marine à l'entretien du chenal, en dehors du musoir de la grande jetée ouest de Port-Saïd.

« Les relevés hydrographiques des années 1874 et 1875, que j'ai communiqués, indiquaient clairement l'efficacité du travail de

cet appareil, qui a pu aller enlever des dépôts jusqu'à une distance de 800 mètres en dehors de tout abri, et pourrait au besoin aller bien au delà.

« En février dernier, après une forte tempête qui avait sévi les 19 et 20 janvier, nous nous sommes hâté de vérifier l'influence qu'elle avait pu exercer sur les fonds; le relevé des sondes nous a donné la certitude que, sur la région s'étendant au nord du chenal d'entrée, les profondeurs d'eau nécessaires avaient été maintenues, et que le travail exécuté par la drague marine avait été encore plus efficace que dans les années précédentes.

« Récemment de grands navires, comme *le Sérapis*, de 4,582 tonnes, qui a ramené le prince de Galles en Europe, et la frégate d'escorte *le Raleigh*, calant 26 pieds, ont passé sans aucune difficulté. »

Courants dans le canal maritime.

« Diverses théories ont été émises sur la question des courants dans le canal maritime. Voici les faits résultant de nos observations.

« De Port-Saïd aux lacs Amers, la vitesse des courants atteint $0^{m},30$ par seconde, soit $1^{km},080$ à l'heure. De Suez aux lacs Amers, la vitesse atteint 1 mètre à la seconde, soit $3^{km},600$ à l'heure. Cette vitesse est dépassée lors des grandes marées d'équinoxe et peut atteindre 4 kilomètres à l'heure.

« Quant au sens du courant, il est renversé à tour de rôle, entre Suez et les lacs Amers; il va du sud au nord à marée montante, et du nord au sud à marée descendante. Entre les lacs Amers et Port-Saïd, le courant change de direction suivant la saison. En hiver, l'excès d'eau apportée par la marée dans les lacs Amers produit un déversement dans la Méditerranée. Pendant l'été, l'évaporation enlevant en vingt-quatre heures 800,000 mètres cubes sur une masse d'eau de 1 milliard et demi de mètres cubes, le courant remplit le vide provenant de l'évaporation en se portant du nord au sud; il vient dans ce cas de la Méditerranée. »

Pluies et végétations.

« Pendant les études et les travaux du canal maritime, de 1854 à 1870, j'avais tout au plus, une seule fois par an, vu tomber de la pluie; aujourd'hui les rosées sont beaucoup plus abondantes, et

nous avons de la pluie au moins une fois par mois. Des végétaux commencent à pousser naturellement dans le désert même, dans les terrains situés en Asie le long du canal; et comme de ce côté il n'entre par infiltration que de l'eau salée, il faut conclure que la végétation est due à l'influence des pluies. En outre, le climat de Suez semble modifié, car les habitants de la ville se plaignent beaucoup moins qu'autrefois des chaleurs de l'été. Il en est de même pour les voyageurs qui traversent la mer Rouge. »

On a objecté que le canal de communication fournirait tout au plus assez d'eau pour contre-balancer l'évaporation, et que par conséquent la mer intérieure ne se remplirait jamais. On vient de voir que la même objection avait été faite à M. de Lesseps, à propos des lacs Amers, qui pourtant se sont remplis en sept mois, quoiqu'on n'ait pas toujours laissé ouvertes toutes les aiguilles des déversoirs. Cette objection reposait d'ailleurs sur les observations faites sur l'évaporation de petites surfaces comme celle d'un évaporomètre; c'est ainsi qu'on avait trouvé que l'évaporation en Égypte était de 0,02 en vingt-quatre heures, tandis que l'expérience a prouvé qu'elle atteint tout au plus 0,003, en moyenne, sur de grandes surfaces salées comme les lacs Amers. Nous avons vu, au chapitre IV, que l'évaporation annuelle n'atteindra sur la mer intérieure que 13 milliards de mètres cubes, et que le volume d'eau fourni par le canal de communication sera de plus de 36 millions de mètres cubes pendant la période de remplissage. Nous avons vu également que le remplissage des divers bassins exigerait au maximum neuf ans, mais que la présence de la mer intérieure ferait, dès la quatrième année, sentir l'influence bienfaisante de sa présence.

Une fois le remplissage complétement terminé, le canal de l'oued Melah n'aura plus à fournir annuellement à la mer intérieure que les 13 milliards de mètres cubes enlevés par l'évaporation. Il se produira donc dans le canal un courant supérieur, allant du golfe de Gabès vers les chotts, et dont il est difficile de prévoir la vitesse; car, d'une part, il s'établira en même temps un courant inférieur, et d'autre part, une partie du volume d'eau enlevé à la nouvelle mer par l'évaporation lui sera rendue par les rivières. Ces deux causes différentes tendraient, la première à augmenter la vitesse du courant supérieur, la seconde à la dimi-

nuer. En admettant qu'elles se compensent entre elles, la vitesse moyenne du courant supérieur serait de $0^m,46$ par seconde, et bien inférieure par conséquent à celle du courant qui s'est établi entre Suez et les lacs Amers, où elle atteint 1 mètre.

M. Cosson, membre de l'Académie des sciences, a élevé contre le projet de mer intérieure plusieurs objections[1] qui peuvent se résumer ainsi :

1° D'après les données fournies par M. Roudaire lui-même, et le peu de pente qu'il attribue au chott Melrir, les eaux, suivant les anfractuosités de cet immense bassin sans profondeur, pénétreraient dans les innombrables dépressions aboutissant au chott. La mer saharienne n'aurait donc pas de limites plus nettes que le chott lui-même et s'étendrait dans les terres en immenses flaques sans profondeur. Plusieurs des oasis de l'oued Rhir seraient fatalement submergées, et c'est par millions que devrait se chiffrer le dommage causé dans l'oued Rhir seul par la mer nouvelle, sans parler des mêmes désastres qui se produiraient dans la Tunisie méridionale, où se trouvent les principaux centres de population et les pays les plus riches en dattiers. Le puits artésien d'Oum el-Thiour et l'oasis de Mraïer sont placés sur la carte de M. Roudaire à 8 ou 10 kilomètres du chott, tandis qu'ils sont en réalité situés sur ses bords mêmes et seraient submergés au moins en partie par la nouvelle mer.

2° N'a-t-on pas à redouter que les eaux de l'oued Rhir, et même celles de la nappe artésienne qui en occupe toute l'étendue et qui contient, malheureusement, déjà une quantité trop considérable d'éléments salins, ne deviennent, par l'excès de salure dû aux infiltrations, impropres aux besoins de l'homme et à l'irrigation?

3° C'est dans la région même désignée pour être envahie par la mer projetée ou dans son voisinage presque immédiat que le dattier donne ses plus abondants et ses meilleurs produits. C'est le pays des dattes par excellence, le Blad el Djerid, qui serait occupé par la mer nouvelle ou soumis à l'influence de son voisinage. Si le climat de cette partie du Sahara devait se rapprocher de celui du

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 2e semestre 1874, p. 435.

littoral méditerranéen, où le dattier ne mûrit qu'exceptionnellement ou imparfaitement ses fruits, ne serait-il pas à redouter que la production des dattes, la véritable richesse de la contrée et presque son seul article d'exportation, ne fût compromise, même à une assez grande distance du littoral de la mer nouvelle? N'est-il pas à présumer, d'autre part, que les cultures qui pourraient être introduites seraient bien loin de compenser la perte certaine à laquelle on exposerait le pays?

J'ai déjà répondu à ces différentes objections[1]. Je vais les reprendre l'une après l'autre en ajoutant de nouveaux arguments tirés des études faites depuis 1874 dans le bassin des chotts :

1° En se fondant sur nos propres données pour en déduire que la mer intérieure s'étendrait de tous les côtés dans les terres en immenses flaques sans profondeur, l'honorable M. Cosson avait étendu à toute la région ce que nous disions seulement de la surface plane et lisse qui forme le fond du chott Melrir, pour laquelle nous n'avions constaté qu'une inclinaison de 25 centimètres par kilomètre. Mais cette surface est entourée de mouvements de terrain tellement accentués, comme l'ont établi nos divers nivellements, qu'en beaucoup de points les bateaux pourraient venir jeter l'ancre à 400 mètres du rivage, par 10 ou 12 mètres de fond.

On s'en rendra facilement compte en consultant les coupes verticales jointes à la carte. Déjà sur la carte d'essai que nous avions publiée en 1874, on pouvait voir que le signal de Chegga, situé sur le bord du chott Melrir, se trouvait cependant à 12 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le rivage probable de la nouvelle mer n'y avait pas été tracé au hasard, et la preuve, c'est qu'il s'écarte peu du rivage définitif fixé par les nivellements rigoureux exécutés depuis cette époque. Ainsi que je l'ai déjà dit, c'est au nord du chott Melrir que le bassin inondable se terminerait par les pentes les plus douces; et encore la plage y serait-elle moins basse qu'en certains points du golfe de Gabès.

Les oasis de Mraïer et d'Oum el-Thiour étaient bien à leur place sur notre carte d'essai, comme on peut s'en convaincre en la comparant à la carte définitive.

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 2e semestre 1874, page 501.

L'oasis de Mraïer est située sur les bords mêmes du bassin inondable. Les parties les plus basses de cette oasis seraient recouvertes d'une couche d'eau de 2 à 3 mètres de profondeur. Mais il serait facile de les préserver en les entourant préalablement de digues. Ce travail serait insignifiant en comparaison des travaux gigantesques de même nature exécutés en Hollande.

Les oasis de Nsira, Dendouga, Sidi Mohammed Moussa, se trouvant à 15 ou 16 mètres au-dessous du niveau de la mer, seraient, il est vrai, infailliblement sacrifiées. Mais elles sont en décroissance, et comptent à peine de 7,000 à 8,000 palmiers en tout. Pas un seul dattier ne serait submergé dans le Souf ni en Tunisie. Nous voilà bien loin des désastres redoutés par l'honorable M. Cosson.

2° Il est impossible que les infiltrations de la mer saharienne puissent arriver à la nappe artésienne. Les puits traversent toujours plusieurs couches imperméables avant d'arriver à une nappe assez abondante pour les alimenter. Nous avons d'ailleurs mesuré la profondeur d'un grand nombre de puits situés non-seulement dans le Souf, mais encore dans les terres de parcours avoisinant le bassin inondable, et nous avons constaté que tous, sans exception, s'alimentent à une nappe plus élevée que le niveau de la mer.

3° Le voisinage de la mer est-il si nuisible à la culture du dattier que le croit M. Cosson? Les oasis de Gabès et de l'île de Djerba, situées sur le bord de la Méditerranée, produisent de bonnes dattes. Elles sont moins savoureuses, il est vrai, que celles du Beled el-Djerid. Mais cela tient-il seulement à l'influence de la mer? Il y a de nombreuses variétés de dattiers. Ceux qui sont cultivés au Djerid appartiennent presque tous à des espèces renommées pour leur supériorité. Le Nifzaoua est aussi éloigné de la Méditerranée que le Djerid; le climat y est le même, et cependant les dattes y sont moins bonnes, par suite de la qualité inférieure des dattiers.

En Égypte, autour du lac Mensaleh, du côté de Salahieh-Koreïn, il y a, d'après les renseignements que M. F. de Lesseps a bien voulu me fournir, de grandes forêts de dattiers qui s'étendent jusqu'au point où vient aboutir l'ancienne tranchée pélusiaque à Tafney, et qui croissent dans des terrains salés. Ces forêts, qui touchent

au lac Mensaleh, et par conséquent à la Méditerranée, fournissent cependant les meilleures dattes de l'Égypte.

Il est donc bien certain que le voisinage de la nouvelle mer ne compromettrait aucunement la production des dattes, qui n'est d'ailleurs la seule richesse du Djerid qu'en raison même de la stérilité actuelle de cette contrée.

On a souvent confondu le projet de mer intérieure en Algérie avec un projet anglais qui lui est postérieur, et qui consisterait à créer une mer saharienne en inondant une vaste partie du désert, dans l'Afrique occidentale, vis-à-vis des îles Canaries. C'est sans doute à cette confusion qu'il faut attribuer les objections de ceux qui redoutent que la mer intérieure ne modifie profondément le climat de l'Europe, et ne nous ramène vers la période glaciaire. Il suffit de regarder une carte d'Afrique pour voir combien la surface de cette mer serait insignifiante à côté de celle du grand foyer saharien, où prennent naissance les courants atmosphériques que les montagnards de Suisse et de Savoie désignent sous le nom de Fœhn, et qui activent la fonte des glaciers des Alpes. Ces courants d'ailleurs traversent la Méditerranée, où ils se chargent de vapeurs. La présence de la mer intérieure ne ferait donc qu'augmenter d'une manière inappréciable la surface de l'immense nappe d'eau qu'ils sont obligés de franchir avant d'arriver en Europe. L'influence de cette mer serait incontestablement locale, comme celle des lacs Amers, qui ont considérablement modifié le climat d'Ismaïliah, sans avoir la moindre action sur celui de l'Europe méridionale : elle ne se ferait sentir que sur l'Algérie et la Tunisie. La mer intérieure existait d'ailleurs sous le nom de baie de Triton, vers le commencement de l'ère chrétienne. Or la période glaciaire n'existait plus à cette époque depuis des milliers d'années. La baie de Triton n'a donc jamais eu d'action sur le climat des Alpes et de l'Europe centrale.

Quant au projet anglais, il ne repose encore que sur des données excessivement vagues. Le *Journal officiel* du 13 septembre dernier a reproduit, d'après le *Standard*, le récit d'une expédition anglaise qui vient d'être faite au cap Juby, sous les ordres de M. Mackensie, dans le but d'étudier le projet. Cette expédition n'a pas fait avancer la question d'un pas, et l'on n'est pas encore scientifiquement sûr qu'il existe une dépression inondable dans

la région explorée. Si une notable partie du Sahara était submergée, il est certain que le climat de l'Europe en serait sensiblement modifié. Mais nous ne croyons pas, le Sahara tout entier dût-il disparaître sous les eaux, que le retour à la période glaciaire soit à craindre. Les régions situées sous les mêmes latitudes, en Asie et en Amérique, et sur lesquelles l'influence d'aucun foyer analogue au grand foyer saharien ne se fait sentir, sont-elles envahies par les glaces? L'Europe occidentale jouit, il est vrai, d'un climat plus doux à latitudes égales, mais il est reconnu que c'est surtout au grand courant océanique d'eau chaude désigné sous le nom de Gulf-Stream qu'il faut attribuer cette supériorité de température.

Si je me suis étendu assez longuement sur cette objection, c'est qu'elle n'a pas laissé que d'impressionner la masse du public, peu versée dans les questions de météorologie et de géologie. Je dois ajouter d'ailleurs qu'elle n'a trouvé aucun crédit auprès des savants. Tous ceux qui se sont prononcés n'ont pas hésité à déclarer qu'ils la considéraient comme dénuée de fondement.

On nous a objecté encore que les sables finiraient par combler la nouvelle mer.

Tous les auteurs anciens, Hérodote, Scylax, Strabon, Pline, etc., ont représenté la Petite-Syrte comme obstruée par des bas-fonds qui rendaient la navigation fort dangereuse. Solin raconte, comme un fait digne d'être signalé, que la flotte romaine put y passer sans accident sous le consulat de C. Servilius et de C. Sempronius. Actuellement les bateaux à vapeur peuvent aller à Djerba. Il n'existe qu'une carte hydrographique du golfe de Gabès, dressée par les officiers de la marine anglaise (Mehediah to Ras Makhabez, 1865). D'après cette carte, dans toute la partie du golfe comprise entre l'île Djerba et l'oued Akarit, on trouve tout le long du littoral des fonds de 6 à 7 brasses[1]. Au large on a 12, 18, 20 brasses, et plus. Or si l'on songe au faible tirant d'eau des galères antiques, qui naviguaient si difficilement dans la Petite-Syrte, on doit en déduire que, loin de s'être ensablé depuis les Romains, le golfe de Gabès s'est au contraire notablement approfondi.

Il est facile de comprendre comment les choses se sont passées

[1] Brasses anglaises ou *fathoms* de $1^{m},83$.

et se passent encore de nos jours. En roulant sur les bas-fonds du golfe, les vagues en remuent profondément les vases et les sables et les entraînent vers le littoral. En général, les dépôts ne peuvent s'accumuler au fond des mers que dans les parties assez profondes pour que l'action des vagues cesse de s'y faire sentir. De là résulte une profondeur *minimum*, qui décroît en approchant du rivage, où les vagues contrariées par le remous perdent une partie de leur vitesse avant de venir s'y briser. La surface de la mer intérieure sera assez vaste pour qu'il s'y forme des vagues puissantes qui y maintiendront une profondeur suffisante. Il est même probable que les sables des dunes qui se trouvent aujourd'hui dans le chott Melrir seront successivement rejetés sur le rivage.

On m'a objecté, au Congrès, qu'à chaque baisse de niveau déterminée par les chaleurs de l'été, la mer intérieure déposerait sur ses bords une couche de sel qui serait une source de fièvres pestilentielles pour les régions avoisinantes. Mais, à ce compte, toutes les mers seraient des foyers d'infection! Est-ce que des variations de niveau considérables, dues à des causes beaucoup plus puissantes, telles que les marées, la direction des vents, ne se produisent pas journellement sur tous les rivages de l'Océan? Sur certaines plages la mer s'avance deux fois par jour de plusieurs kilomètres, et se retire ensuite, laissant derrière elle des flaques d'eau sans profondeur, qui déposent des masses de sel en s'évaporant. Est-ce que ces faits ne se produisent pas sur le littoral du golfe de Gabès lui-même, qui cependant est très-salubre? On craint l'influence pernicieuse des petites quantités de sel qui se déposeront sur les bords de la nouvelle mer; mais actuellement les chotts sont recouverts d'immenses couches de sel mélangées à de faibles quantités d'eau sans cesse en évaporation. Au nord du chott Melrir se trouvent, comme je l'ai déjà dit, de vastes marais appelés *farfaria*. Cette région, qui n'est abordable que vers les mois de décembre et de janvier, est un foyer redoutable de fièvres pernicieuses dont l'influence se fait sentir jusqu'à Biskra. Elle est à l'altitude de 25 ou 30 mètres au-dessous du niveau de la mer. Tous ces marais salants seraient par conséquent recouverts par une profonde couche d'eaux vives et deviendraient inoffensifs. L'objection tombe donc à faux, et fournit au contraire un argument sérieux en faveur du projet.

On a dit qu'il faudrait faire des draguages considérables dans le

golfe de Gabès, pour permettre aux navires d'atteindre l'entrée du chenal. Mais c'est là une idée préconçue, qui n'a pour point de départ que l'importance exagérée attribuée aux bas-fonds du golfe. Rien ne la justifie. Au contraire, si l'on consulte la carte hydrographique que je viens de citer, la seule qui existe, on voit qu'il y a 7 brasses, c'est-à-dire $12^{m},81$ de fond près de l'embouchure de l'oued Melah. Plus loin la profondeur atteint successivement 10, 12, 16 brasses et plus. M. le commandant Mouchez est d'ailleurs chargé en ce moment de relever cette partie de la côte, et élucidera complétement la question[1].

On a dit encore que la mer intérieure permettrait aux flottes ennemies d'aller prendre l'Algérie à revers. J'ai déjà répondu à cette objection dans le chapitre précédent[2], en démontrant que nous serions absolument les maîtres dans les eaux françaises, dont nous commanderions l'entrée, et en faisant ressortir tout ce qu'il y a de puéril dans la théorie qui consisterait à rester désarmé, de peur de voir ses propres armes se retourner contre soi, entre les mains d'un ennemi victorieux.

Il a été objecté que l'exécution du projet de mer intérieure aurait pour résultat d'éloigner les autruches de la région des chotts et de rendre ainsi les plumes de luxe plus rares et plus chères. Presque toutes les dépouilles d'autruches nous viennent du centre de l'Afrique. Ce serait exagérer que de porter à douze le nombre des autruches qui sont tuées annuellement dans le bassin des chotts. Mais qu'importe! nous admettons que *les plumes de luxe deviennent plus rares et plus chères*, et nous laissons à chacun le soin de faire justice de cet argument.

Il a été fait encore bien d'autres objections, auxquelles je ne pourrais répondre sans sortir du cadre sérieux de ce rapport. Loin de moi la pensée de vouloir établir un parallèle entre l'œuvre grandiose et immortelle de M. de Lesseps et le projet de mer intérieure; mais qui ne se souvient des objections de toute nature qui jusqu'au dernier moment se sont élevées contre le percement de l'isthme de Suez, objections qui n'avaient jamais été sérieuses, l'événement l'a prouvé, que dans l'esprit de ceux qui s'imposaient la tâche ingrate d'entraver l'exécution d'une entreprise aussi utile que glorieuse.

[1] Voir la note D. — [2] Page 82.

Monsieur le Ministre,

Tout en m'efforçant de traiter les diverses questions que soulève le projet de mer intérieure, je me suis attaché à être aussi concis que possible. J'ai résumé, sans entrer dans des détails trop techniques, l'ensemble des opérations géodésiques et topographiques exécutées depuis 1872 dans le bassin des chotts. J'ai démontré que ce bassin formait encore, sous le nom de baie de Triton, un golfe de la Méditerranée, à une époque où l'Algérie et la Tunisie avaient atteint un haut degré de prospérité. Cependant, quelque convaincantes que soient pour tout esprit impartial les preuves nombreuses tirées de l'histoire, de la tradition et de la géographie actuelle que j'ai accumulées sur l'identité de la baie de Triton et du bassin des chotts, cette identité ne pouvant être mathématiquement démontrée, il est possible qu'il s'élève encore des objections à ce sujet. Aussi il est un point sur lequel je dois insister d'une façon toute particulière :

Si séduisantes que soient ces discussions, elles n'intéressent que très-indirectement le projet de mer intérieure, qui est avant tout un problème de géographie physique. La baie de Triton n'eût-elle jamais existé, il n'en serait pas moins acquis à la science qu'il y a actuellement, au sud de l'Algérie et de la Tunisie, une vaste dépression dont le niveau est inférieur à celui de la Méditerranée, et que cette dépression, occupée par des marais insalubres, serait recouverte par les eaux de la mer si elle était reliée au golfe de Gabès. Quels que soient les phénomènes qui ont donné naissance aux seuils dans lesquels il faudrait creuser des tranchées, ces seuils sont uniquement composés de sables mobiles ou compactes à travers lesquels les eaux de la Méditerranée se chargeraient d'établir elles-mêmes la communication dès qu'on leur aurait ouvert le plus petit passage.

En mettant en regard les dépenses à faire pour mener cette entreprise à bonne fin et les avantages immenses qui en découleraient, il est permis de considérer dès aujourd'hui la création de la mer d'Algérie comme un projet dont la réalisation est certaine. Amélioration profonde du climat de l'Algérie et de la Tunisie, et par conséquent accroissement considérable de la richesse agricole de ces contrées, où la sécheresse seule est un obstacle à la fertilité

naturelle du sol; sécurité complète du sud au nord de notre colonie, voies de communication faciles et économiques, développement du commerce et de l'industrie, nouvelle direction imprimée au commerce du centre de l'Afrique, telles seraient en quelques mots les heureuses conséquences de l'exécution de ce projet.

Les dépenses seront couvertes par les droits de passage, de navigation, de pêche[1], par la concession d'une partie des terres, absolument incultes aujourd'hui, qui sont situées autour et principalement au nord de la mer future, et qui acquerront une valeur sérieuse, non-seulement à cause de leur situation avantageuse et de leur fertilité naturelle, mais encore parce qu'elles comprendront l'emplacement des nouveaux ports. Mais ces bénéfices directs, immédiats, qui suffiront à rémunérer largement les capitaux engagés, seront insignifiants à côté des résultats généraux, tels que l'amélioration du climat, la valeur nouvelle ou la plus-value donnée au sol de l'Algérie et de la Tunisie, l'essor imprimé au commerce et à l'industrie, en un mot, l'accroissement de la fortune publique et par conséquent du bien-être général. C'est là le point de vue élevé et patriotique auquel doivent se placer tous les esprits éclairés, tous les hommes de cœur, et qui ne peut manquer de les rallier à un projet dont la réalisation serait le couronnement de la conquête de l'Algérie.

Le jour où des travaux scientifiques m'eurent prouvé que le chott Melrir était au-dessous du niveau de la mer, et où j'entrevis la possibilité de transformer des bas-fonds stériles et malsains en une mer qui porterait la vie et la fertilité dans des régions mornes et désolées, je crus qu'il était de mon devoir de consacrer toutes mes forces à l'étude de cette question. Grâce à votre appui, Monsieur le Ministre, j'ai pu terminer en Tunisie les travaux que j'avais commencés en Algérie, et remplir ainsi la tâche que je m'étais imposée. Je vous prie d'agréer l'expression de la gratitude profonde que je vous dois pour la haute bienveillance que vous m'avez témoignée et dont M. le baron de Watteville, chef de la division des sciences et des lettres auprès de votre ministère, m'a transmis les marques constantes avec une sympathie qui me les rendait encore plus précieuses.

[1] Les droits de pêche dans les lacs Amers sont aujourd'hui une source importante de revenus. La pêche du lac Mensaleh est à elle seule affermée onze cent mille francs.

Veuillez me permettre, Monsieur le Ministre, de ne pas terminer ce rapport sans adresser mes remercîments :

A M. Ferd. de Lesseps, qui depuis 1874 n'a cessé d'accorder au projet de mer intérieure un appui auquel son éclatante autorité donne une si grande valeur, et qui a bien voulu en même temps me témoigner une bienveillance pour laquelle je le prie d'agréer l'expression respectueuse de ma reconnaissance et de mon dévouement;

A l'Académie des sciences, qui, dans sa haute sollicitude pour toutes les applications de la science au progrès de l'humanité, a toujours accueilli avec intérêt les communications relatives au projet de mer intérieure, et qui a bien voulu, en outre, nommer une commission chargée d'étudier la question;

A M. Paul Bert, qui en 1874 a pris devant l'Assemblée nationale l'initiative d'une demande de crédit destiné aux études préliminaires, et qui a ainsi déterminé l'organisation de la première mission;

A l'Assemblée nationale, qui, dans sa séance du 31 juin 1874, a voté à l'unanimité le crédit destiné aux premières études;

A la Société de géographie de Paris, au sein de laquelle j'ai toujours trouvé de nombreux et puissants encouragements, et qui a bien voulu contribuer aux frais de la mission des chotts algériens;

A la Commission des missions, qui s'est montrée particulièrement favorable à la mission que vous m'avez confiée;

Au gouvernement tunisien, auprès duquel j'ai trouvé le plus bienveillant accueil, et qui, par son appui moral et les moyens matériels qu'il a mis généreusement à ma disposition, m'a rendu cette mission plus facile;

A tous ceux enfin qui, de près ou de loin, m'ont facilité l'accomplissement de la tâche que je m'étais imposée comme un devoir envers mon pays, et notamment à la presse, qui a accueilli le projet de mer intérieure avec une sympathie si marquée.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'hommage du profond respect avec lequel j'ai l'honneur d'être votre très-humble et très-dévoué

E. Roudaire,
Capitaine d'état-major.

NOTES.

NOTE A.

J'ai tenu cependant à avoir à ce sujet l'avis d'un ingénieur spécial. Voici la réponse que m'a faite M. Dauzats, ingénieur à la Compagnie de Suez :

« Si les seuils, ainsi que toutes les apparences paraissent le démontrer[1], sont bien exclusivement formés de terrains facilement affouillables, tels que sables, sables argileux, vaseux ou argiles tendres, et qu'aucun filon rocheux n'en forme l'ossature, ce qu'il n'a pas été malheureusement possible de vérifier d'une façon positive par des sondages descendant jusqu'au plafond du chenal projeté, l'approfondissement des tranchées initiales par l'utilisation de l'action dynamique des eaux de remplissage me semble devoir infailliblement réussir et donner, quant à la profondeur du moins, le résultat désiré.

« Quelles difficultés, en effet, pourraient se présenter (en dehors de celles de la dureté ou de la plasticité des terrains) qui ne puissent être facilement surmontées?

« La vitesse d'écoulement sera-t-elle assez considérable pour entamer les terrains, puis pour les charrier jusqu'au fond des bassins?

« Ce n'est là qu'une question de plus ou moins grande pente à donner aux rigoles initiales au commencement de l'opération. Les volumes d'eau à déplacer étant énormes et les hauteurs de chute très-considérables, on arrivera toujours, en augmentant les pentes d'écoulement suivant la demande des terrains, à obtenir les vitesses initiales nécessaires.

« Les vitesses d'écoulement croissant en même temps que la section de la veine liquide en marche, le mouvement de déblai, une fois commencé, augmentera très-rapidement au fur et à mesure que la tranchée s'approfondira, et cette accélération de la vitesse est, je pense, une des meilleures conditions du succès.

« En effet, tandis que les matières ténues et légères, limons et argiles, seront transportées, avant de se déposer, aussi loin que les eaux s'étendront, les sables et autres matières plus lourdes tendront à se déposer

[1] En forant les puits artésiens de la région des chotts, on a obtenu des profondeurs de 200 à 250 mètres, sans jamais renconter autre chose que des couches alternatives de sable et d'argile.

plus tôt, suivant leur ordre de densité, dès que la veine liquide, quittant la tranchée, perdra de sa vitesse en s'épanouissant.

« Ces dépôts formeraient bientôt autant de barres redoutables, d'obstacles qu'il faudrait abattre ou tourner, si la vitesse du courant, en s'accélérant sans cesse par l'approfondisssement du chenal, ne venait pas aider puissamment à la répartition des déblais sur le fond du bassin inondé, en transportant de plus en plus loin les matières entraînées.

« Ces barres sous-marines ne pourront cependant pas être évitées dès que les eaux, atteignant un certain niveau dans le chott, viendront opposer aux alluvions du chenal la même résistance que la mer oppose aux eaux d'un fleuve. Mais, par suite de la grande profondeur des chotts et de leur immense surface, ces plis ne pourront jamais atteindre une altitude appréciable; encore moins être gênants pour la navigation.

« Que se passera t-il dans la tranchée même ? Évidemment des éboulements importants se produiront au fur et à mesure que le pied des talus sera rongé et excavé par le courant. Ces éboulements pourront même avoir parfois une grande importance. Qu'arrivera-t-il alors ?

« Les eaux s'accumuleront et s'élèveront derrière ce barrage accidentel jusqu'à ce que leur poussée soit suffisante pour le culbuter; cette poussée sera d'autant plus puissante que, les eaux continuant à couler en aval, la différence de niveau augmentera la charge d'entraînement. La veine liquide ne pourra pas tourner l'obstacle, puisqu'elle rencontrerait latéralement une résistance plus grande dans les terrains vierges; l'obstacle sera donc nécessairement emporté. Si, par extraordinaire, au début de l'opération la masse éboulée résistait à la poussée des eaux, on en serait quitte par l'exécution de quelques terrassements qui viendraient l'aider.

« Je ne vois donc pas, en résumé, qu'aucune objection sérieuse puisse être opposée à ce système aussi simple qu'économique de relier les chotts avec la mer et d'obtenir un chenal suffisant pour la navigation.

« Si les terrains sont suffisamment homogènes, ce chenal pourra peut-être être obtenu en ligne droite. Dans tous les cas, quelques retouches pourraient être exécutées à la drague, sans aucune difficulté, si elles étaient nécessaires. »

NOTE B.

Nous n'avons envisagé les masses d'eau enlevées à la future mer par l'évaporation que dans les effets tangibles produits par leur condensation en nuages, en rosées, en pluies fertilisantes. Mais la vapeur d'eau répandue dans l'atmosphère à l'état invisible exerce elle-même sur les conditions climatériques, et par conséquent sur la vie des êtres organisés et sur la végétation, une influence considérable. Cette influence a été

récemment mise en évidence par les expériences concluantes de Tyndall [1]. Il a prouvé que l'air en lui-même se comporte pratiquement comme le vide par rapport à la transmission de la chaleur, tandis que la vapeur d'eau invisible, que l'air contient toujours en plus ou moins grande quantité, possède en même temps une grande transparence pour la lumière et une grande opacité pour la chaleur. Sans la présence de cette vapeur, le rayonnement serait excessif pendant la nuit, et toutes les plantés que la gelée fait périr seraient détruites. Pendant le jour, au contraire, l'ardeur des rayons du soleil serait intolérable. Aussi, dans les pays où l'air est relativement sec, comme dans le sud de l'Algérie, et principalement dans le Sahara, les écarts de température sont-ils excessifs. L'introduction dans l'atmosphère des énormes quantités de vapeur fournies par la nouvelle mer, en ne les considérant que comme un écran contre le rayonnement et contre l'ardeur des rayons solaires, suffirait donc à transformer, en le rendant beaucoup plus tempéré, le climat de l'Algérie et de la Tunisie.

NOTE C.

Quelques personnes, tout en reconnaissant l'importance du détroit d'Asloudj, qui commande l'entrée des eaux françaises, m'ont objecté que la clef de la mer intérieure se trouverait en Tunisie, et que cette circonstance pourrait préoccuper le gouvernement français et le rendre défavorable à l'exécution du projet. D'autres, à l'inverse, ont craint que l'opposition ne vînt du gouvernement tunisien, qui pourrait voir dans l'intérêt que la France ou toute autre puissance aurait à s'emparer du détroit de Gabès une menace pour son indépendance. La vérité est qu'au point de vue du développement de leur richesse, la France et la Tunisie ont toutes deux un intérêt de premier ordre à la réalisation de la mer intérieure, et que cet intérêt se concilie avec les exigences de la politique la plus sage et la plus prévoyante; car le canal de Gabès sera neutralisé par le fait même de son existence, comme l'a été le canal de Suez. Il a été souvent question des projets de conquête qu'une puissance européenne nourrissait autrefois contre l'Égypte. L'exécution du canal de Suez en a rendu la réalisation impossible, car toutes les nations sont aujourd'hui puissamment intéressées à l'indépendance de l'Égypte, et l'Angleterre elle-même, qui a son passage libre pour les Indes, et qui par sa marine aura longtemps une influence prépondérante sur l'Égypte, n'a pas d'intérêt à s'emparer de ce pays. De même la neutralisation du canal de Gabès, inscrite dans les actes de concession des deux gouvernements intéressés, tout en sauvegardant les intérêts de la France, de-

[1] Tyndall, *La Chaleur*, traduction de l'abbé Moigno, pages 377 et suiv.

viendra la garantie la plus sûre de l'autonomie de la Tunisie. Si riche et si fertile que soit ce pays, quels que soient les éléments de prospérité qu'il renferme, il est trop faible pour se défendre lui-même contre une nation européenne, et l'on peut dire que son existence est à la merci des événements politiques. Il n'en sera plus ainsi lorsque le canal de Gabès sera créé et neutralisé, car l'Europe tout entière sera intéressée au maintien du *statu quo*. Si la Tunisie était menacée, la France la défendrait à tout prix, comme les autres nations la défendraient au besoin contre la France.

Toutes ces réflexions se sont nécessairement présentées à l'esprit des hommes éclairés qui sont à la tête du gouvernement tunisien. Mais nous avons pensé qu'il était nécessaire de rassurer ceux qui, comprenant toute l'importance du projet de mer intérieure, craignaient que des difficultés d'ordre politique n'en vinssent entraver l'exécution.

NOTE D.

M. le commandant Mouchez vient de rentrer à Paris après avoir terminé l'hydrographie de la côte tunisienne. Il a reconnu l'exactitude des profondeurs d'eau relatées, près de l'oued Melah, par la carte anglaise que j'ai citée. La navigation est très-facile dans cette partie du golfe et l'on peut jeter l'ancre à moins d'un demi-mille de l'embouchure de la rivière. Le mouillage y est excellent. M. Mouchez, de qui je tiens ces renseignements, a eu l'obligeance de me communiquer le résultat de ses sondages et j'ai pu les utiliser pour la construction de la carte jointe à ce rapport.

La profondeur relative du golfe de Gabès en face de l'oued Melah est une preuve nouvelle à l'appui de celles que j'ai invoquées pour démontrer que le lit de cette rivière représente les vestiges du détroit qui reliait les chotts à la Méditerranée.

NOTE SUPPLÉMENTAIRE.

Les recherches de Tyndall sur l'absorption de la chaleur par la vapeur d'eau permettent de se rendre compte, au moyen de calculs fort simples, de l'influence que la mer intérieure exercera sur le climat des régions voisines.

Résumons d'abord les conclusions du physicien anglais :

« L'air par lui-même se comporte pratiquement comme le vide par rapport à la transmission de la chaleur, tandis que la vapeur d'eau possède à la fois une grande transparence pour la lumière et une grande opacité pour la chaleur.

« Plus l'air se rapproche de l'état de pureté absolue, et plus son action sur la chaleur rayonnante se rapproche de celle du vide.

« L'air a d'autant plus d'action sur la chaleur rayonnante, qu'il contient plus de vapeur. L'absorption atteint son maximum lorsqu'il est parfaitement saturé.

« Dans les circonstances habituelles, sur 200 atomes d'air, il y en a à peine 1 de vapeur aqueuse. Cet atome a 80 fois plus d'énergie absorbante que les 200 autres, et par conséquent, en comparant l'action d'un atome d'oxygène et d'azote à celle d'un atome de vapeur aqueuse, nous arrivons à la conclusion que le dernier est 16,000 fois plus puissant que les premiers.

« En considérant la terre comme une source de chaleur, on doit admettre comme certain que 10 *au moins* pour 100 de la chaleur qu'elle tend à rayonner dans l'espace sont interceptés par les 10 premiers pieds d'air humide qui recouvrent sa surface [1]. *Ce fait seul indique assez l'énorme influence que cette propriété nouvellement constatée de la vapeur d'eau doit avoir dans les phénomènes de la météorologie.*

« La vapeur, qui absorbe si avidement la chaleur, la rayonne aussi abondamment.

« Le nuage visible forme le chapiteau d'une colonne invisible d'air saturé. Le sommet d'une semblable colonne élevé au-dessus de l'écran saturé plus bas qui s'appuie sur la terre, en rapport immédiat avec l'espace, doit se refroidir par le rayonnement, et nous ne devons pas chercher ailleurs que dans cette action physique la formation des nuages.

« Les montagnes agissent comme condenseurs de la vapeur, mais de

[1] « J'ai des raisons de croire, ajoute Tyndall, que dans quelques circonstances l'absorption surpasse considérablement cette proportion. »

quelle manière? En partie sans doute par le froid de leur masse, froid qu'elles doivent à leur élévation, mais aussi parce qu'au-dessus d'elles il n'y a pas d'écran d'air saturé d'une densité suffisante pour arrêter leur chaleur. Cette chaleur par conséquent se perd dans l'espace sans compensation.

« Les montagnes agissent encore comme condenseurs en faisant monter l'air humide et en en déterminant la dilatation. L'air en s'élevant fait un travail et perd de sa chaleur une partie proportionnelle au travail accompli.

« Si l'on enlevait à l'air qui recouvre la terre la vapeur d'eau qu'il contient, il se ferait à la surface du sol une déperdition de chaleur semblable à celle qui a lieu à de grandes hauteurs. La suppression pendant une seule nuit d'été de la vapeur contenue dans l'atmosphère qui recouvre l'Angleterre serait accompagnée de la destruction de toutes les plantes que la gelée fait périr. Dans le Sahara, le froid de la nuit est quelquefois très-pénible à supporter.

« *Partout où l'air est sec, l'échelle des températures est considérable.*

« M. Martins a trouvé que, sur le pic du Midi, la quantité dont la chaleur du sol exposé au soleil dépasse celle de l'air est deux fois aussi grande que dans la vallée, au pied de la montagne. Pendant la nuit, le refroidissement dû à la radiation est beaucoup plus considérable. Plus la question sera étudiée, dit en terminant Tyndall, et *plus on se convaincra du rôle important que la puissance de radiation et d'absorption de la vapeur joue dans les phénomènes de la météorologie.* »

Tyndall n'indique jamais la température et rarement la force élastique des vapeurs contenues dans l'air sur lequel il a fait les expériences qui l'ont conduit à ces conclusions. Mais, comme cet air était pris à la surface du sol, en Angleterre, nous devons admettre qu'il était à la température de 12 à 15 degrés et qu'il contenait la moitié de la vapeur nécessaire pour le saturer, ce qui est l'état hygrométrique le plus fréquent. Or, 1 mètre cube d'air à demi saturé, sous la pression barométrique $0^{m}760$, contient, à la température de 10 degrés, $4^{gr}71$ de vapeur, et, à la température de 15 degrés, $6^{gr}11$. La moyenne de ces deux quantités est $5^{gr}41$.

Supposons que la mer intérieure soit entourée de vastes espaces occupés par une atmosphère absolument sèche. L'évaporation journalière y sera, comme je l'ai démontré, de $0^{m}003$ et produira 3 kilogrammes de vapeur par mètre carré, c'est-à-dire la quantité nécessaire pour fournir $5^{gr}41$ de vapeur à 554,5 mètres cubes d'air. La surface du bassin inondable, étant de 13 milliards 50 millions de mètres carrés, distribuera donc en 24 heures $5^{gr}41$ de vapeur à 7,203 milliards de mètres cubes d'air. Ce volume, réparti sur l'Algérie et la Tunisie, dont la superficie

totale est d'environ 300,000 kilomètres carrés, les recouvrirait d'une couche d'air humide de 24 mètres (72 pieds) de hauteur. Ces chiffres permettent de se faire une idée précise de l'influence considérable que la mer intérieure exercera sur le climat de l'Algérie et de la Tunisie, en se rappelant que 10 *au moins* pour 100 de la chaleur que la terre tend à rayonner dans l'espace sont absorbés par les 10 premiers pieds d'air humide qui la recouvrent.

J'ai dû supposer que les vapeurs s'étendraient latéralement pour se mélanger aux couches atmosphériques les plus rapprochées du sol. Il est incontestable qu'elles tendront d'abord à s'élever avant de se distribuer au-dessus des régions voisines, mais le résultat sera toujours le même, puisque l'absorption est proportionnelle à la quantité absolue de vapeur mélangée à l'air. En s'élevant, d'ailleurs, l'air se refroidira et tendra à se rapprocher de son point de saturation, qu'il atteindra entre 0 et 5 degrés. Il se formera alors des nuages, dont l'influence sera encore plus considérable que celle de la vapeur invisible. C'est ce qui arrivera toujours par les vents de Sud. Admettons, et nous ne nous éloignerons certainement que fort peu de la vérité, que ces vents secs et chauds se chargent en traversant la mer intérieure de 11gr60 de vapeur par mètre cube, c'est-à-dire de la quantité nécessaire pour les saturer à moitié. Le courant d'air rencontrera au nord le massif de l'Aurès, s'élèvera pour franchir l'obstacle et se refroidira par suite du travail de dilatation, du contact avec les flancs de la montagne, où règne une basse température, et du rayonnement vers les espaces supérieurs. Il atteindra son point de saturation vers 14 degrés, et les vapeurs se condenseront alors en nuages et en pluies. Lorsqu'on considère que les masses de vapeur produites en 24 heures représenteront, par les vents du Sud, un volume de 78 millions de mètres cubes d'eau, et que l'on cherche à se représenter l'action qu'elles exerceront sur le climat, d'abord à l'état invisible comme écran protecteur contre le rayonnement et contre l'ardeur des rayons solaires, ensuite par leur condensation en nuages et en pluies fécondes qui produiront elles-mêmes de nouvelles vapeurs, l'esprit reste confondu des résultats merveilleux qu'il entrevoit. A l'action immédiate de ces phénomènes viendra s'ajouter l'influence toujours croissante d'une végétation qui se développera avec une prodigieuse rapidité sur ce sol auquel il ne manque que de la fraîcheur et de l'humidité, et que l'on peut considérer comme vierge, tant il est peu cultivé depuis quinze cents ans. Plus on examine la question de près, et moins on est surpris des descriptions que les auteurs anciens ont faites de la richesse et de la fécondité de la Numidie et de l'Afrique proprement dite, vers l'époque où la baie de Triton existait encore. Cette richesse, cette fécondité disparues, la submersion du bassin des chotts les fera renaître. Jamais peut-être l'homme ne pourra se proposer un but plus utile et plus grand;

jamais il ne lui sera donné d'exercer sur les éléments une action aussi directe et aussi puissante.

Il a été objecté récemment que la hauteur actuelle des collines de Gabès et la présence de ruines encore debout le long du littoral ne permettaient guère d'admettre qu'il ait existé, à l'époque historique, un détroit reliant à travers le seuil de Gabès le bassin des chotts à la Méditerranée.

Les ruines dont il est question ne sont pas réellement debout. Elles se composent de débris épars, au milieu desquels quelques pans de murs, quelques fûts de colonnes se dressent à peine çà et là. Non-seulement rien ne prouve que le sol sur lequel elles reposent est resté immobile, mais l'examen de quelques-unes d'entre elles permet au contraire d'affirmer qu'il a subi un soulèvement.

A Souze, qui occupe sur le littoral, au nord de Sfax, la place de l'ancienne Hadrumète, des fouilles récentes ont mis à découvert un pan de mur dont la base était autrefois baignée par les eaux de la mer, comme le prouvent de nombreux trous piriformes au fond desquels on voit encore quelques coquilles marines lithophages. Ce pan de mur est actuellement à une douzaine de mètres au-dessus du niveau du golfe.

Entre Souze et Tunis, à 3 ou 4 kilomètres au sud du caravansérail de Bir-Loubit, se trouvent les ruines d'un petit poste romain. Toutes les pierres de taille qui forment la base de l'édifice sont incrustées, jusqu'à 70 centimètres au-dessus du sol, de coquilles lithophages. Ces ruines, dont le pied plongeait autrefois dans la Méditerranée, en sont aujourd'hui distantes de 1,500 mètres et la dominent d'une quinzaine de mètres.

Les ruines de l'ancien port de Tacape (Gabès) sont actuellement à 1 kilomètre dans l'intérieur des terres. Il est évident que là encore il y a eu exhaussement du sol.

Le versant oriental du seuil de Gabès est jonché de coquilles marines parmi lesquelles on trouve des paquets d'huîtres agglomérées.

Tous ces faits témoignent que le littoral a subi un soulèvement récent depuis Gabès jusqu'au nord de Souze, et permettent en outre d'assigner avec certitude à cet événement géologique une date postérieure à l'occupation romaine.

Ce soulèvement, qui a été de 12 à 15 mètres près du rivage actuel, a dû atteindre son maximum d'intensité sur la crête des collines qui bordent le golfe de Gabès. Or ces collines n'ont que 45 mètres d'altitude en face de l'oued Melah, et l'on a constaté près de Cagliari, en Sardaigne, située précisément sur leur direction prolongée vers le Nord, un soulèvement très-récent de 90 mètres. L'élévation du seuil de

Gabès ne peut donc fournir un argument contre l'existence d'un détroit reliant, à l'époque historique, les chotts à la Méditerranée ; et les ruines invoquées pour démontrer l'impossibilité d'un soulèvement postérieur à l'occupation romaine portent au contraire les traces irrécusables de ce phénomène.

FIN.

74

452

71 645X C 55 1 3

Eng 1048.77.15
Rapport a M. le ministre de l'inst
Cabot Science 006775027
3 2044 092 004 340